ou que se relacionam com variáveis ao longo do tempo, este sistema começa por ser pouco satisfatório, visto exigir ao coordenador, cada vez mais, uma excelente memória. Acaba mesmo por ser de todo impraticável, a não ser correndo-se o risco de graves desvios; por outro lado, só muito raramente é que, trabalhando de memória, se encontrarão as soluções óptimas.

Para concretizar, consideremos um caso, ainda relativamente simples, de construção civil, o problema de um construtor que tem que edificar duas vivendas idênticas, situadas numa mesma localidade, a pequena distância uma da outra. A casa 1 deverá concluir-se até o dia 31 de Julho e a casa 2 até 15 de Outubro, portanto foram fixados prazos limites para a realização do trabalho.

O construtor dispõe de um certo pessoal e há algum tempo que começou o seu trabalho. Admitamos, por exemplo, que no dia 15 de Março, pode dispor de algum pessoal para executar os roços para a instalação das canalizações da casa 2 de modo a ficarem concluídos dentro de 5 dias. Verifica, porém, que as tubagens ainda não chegaram à obra.

O escritório foi avisado de que o assentamento das canalizações podia ser iniciado, na casa 2, no dia 20 de Março? Fez-se a encomenda do material a tempo? Se se fez, já se apresentou reclamação ao fornecedor? Os canalizadores que executarão esse trabalho, em regime de sub-empreitada, já confirmaram de que comparecerão nesse dia?

A memória do construtor pode não ser suficiente para reter questões como as referidas, ou para responder a perguntas como as indicadas. Neste caso é de admitir que ele verifique que, fiando-se apenas na memória, tem, algumas vezes, esquecimentos importantes, que acarretam prejuízos ao seu trabalho.

Consideremos, agora outra situação tipo: no dia 20 de Abril, constata que, 3 dias depois, dois pedreiros e dois ajudantes de pedreiro, concluem o seu trabalho na construção da casa 1. Já sabe que trabalho lhes dará no dia 24 de Abril, na casa 2?

Se o construtor não estiver preparado para responder, oportunamente, a questões do tipo referido, que se passará? Necessàriamente que alguns operários não estarão, em determinada altura, plenamente ocupados ou, em casos extremos, terão que ser despedidos apesar de isso poder vir a causar transtornos posteriores.

Que se torna necessário para evitar desorientações no trabalho e fraco rendimento do pessoal, isto é, maior custo das obras, ou ainda falta de cumprimento do prazo estipulado?

Haverá necessidade, antes de iniciar o trabalho, que prever qual o pessoal necessário, ao longo das diversas fases do trabalho, e quais os materiais indispensáveis, e nas diversas datas. Do mesmo modo há que prever as instalações do estaleiro, as ferramentas e o equipamento necessários, isto é, todos os recursos ou meios de trabalho, em condições de poder dispor deles a tempo, portanto logo que for necessário. Há, finalmente, que fazer uma previsão do dinheiro indispensável, ao longo de todo o período da construção.

Avaliados os recursos há que mobilizá-los e, conseguido isso, há que pô-los em acção. Assim, poderá decidir que no dia 24 de Abril os pedreiros e os ajudantes passam da vivenda 1 para a vivenda 2 onde têm rebocos de paredes de tijolo a executar. No dia 10 de Maio iniciarão o esboço de paredes, no dia 5 de Abril começarão a ajudar no assentamento de serralharias, etc.

Ao raciocinar deste modo o construtor calcula a duração de cada actividade a efectuar e portanto o escalonamento em que o pessoal será admitido e depois dispensado, e qual a sua ocupação enquanto permanecer ao serviço. Fixa a ordem dentro da qual se levarão a cabo tais actividades, tendo em conta o pessoal a admitir, o que deverá processar-se dentro dos prazos exigidos. Deduz as datas de aquisição dos materiais tendo em conta o tempo necessário à satisfação das encomendas.

Conclue-se, daqui, que, para que a execução de um trabalho, conforme o indicado, possa oferecer garantias de que irá decorrer em boas condições, deverá preparar-se, de antemão, um plano. Não é, já, possível, prever um apelo sistemático à memória. A elaboração de um plano pormenorizado exige um registo escrito.

Pode admitir-se uma planificação rudimentar estabelecida à base de um bloco-notas ou de uma agenda, que permitem fazer registos em correspondência com o calendário. Admitamos, por um momento, que foi esse o método adoptado pelo nosso construtor.

Assim, anotou na folha correspondente ao dia 15 de Janeiro que deveria encomendar 75 sacos de cimento, sendo 50 para entregar, na obra 1, no dia 30 desse mês, e os restantes 25 no dia 20 de Fevereiro, na obra 2.

Registou que no dia 1 de Fevereiro terá que contratar 6 pedreiros para iniciar determinados trabalhos no dia 15, na casa 1.

No dia 8 de Abril deverá encomendar o madeiramento da casa 2 para entrega no dia 2 de Maio.

Se proceder deste modo para todas as suas actividades e se consultar com eficiência as suas notas, ele não correrá o risco de se esquecer ou atrasar qualquer actividade, por culpa sua ou por omissão da sua parte. Vejamos, no entanto, que este sistema tem alguns inconvenientes importantes para a realização do trabalho que estamos referindo.

Assim, admitamos ter o fornecedor do cimento avisado, em determinada altura que, afinal, não podia entregar os 50 sacos no dia 30 de Janeiro mas só no dia 10 de Fevereiro. Algum tempo depois os pedreiros avisaram que só poderiam chegar à obra no dia 25 de Fevereiro.

Dentro do referido, o plano tem que ser revisto, e têm que ser consideradas as repercussões de factos semelhantes aos indicados, no plano inicial. Há que ler muitas folhas do bloco-notas, anular algumas das anotações e inscrever outras, em novas páginas, e o registo começa a ficar pouco claro. Em qualquer caso, trata-se de um processo trabalhoso e fàcilmente poderão escapar certas questões.

Ora a necessidade de revisão, em resultado do aparecimento de imprevistos, pode considerar-se normal em trabalhos de construção, havendo que rever, pelo menos mensalmente, os planos. Sendo assim, há que propor um procedimento mais cómodo, que permita anotar as previsões e remodelar estas com facilidade, à medida que os trabalhos vão prosseguindo e as realidades se vão impondo.

De acordo com o atrás referido, conclui-se que a planificação de uma obra exige, em geral, a consideração do tempo, da mão-de-obra, dos materiais, do equipamento e dos recursos financeiros, além da replanificação, aspectos que vamos, em seguida, abordar.

2 — PLANEAMENTO DO TEMPO

O planeamento do tempo pode comparar-se a um horário de exploração de uma carreira de transportes públicos. O condutor tem fixadas no seu horário as horas de partida de cada estação terminal, de passagem em cada uma das estações intermediárias e de chegada ao seu destino. Se verificar, em qualquer das estações intermédias, que está atrasado, acelera nos percursos seguintes até se meter no horário.

Deste modo o planeamento, como o horário referido, desempenha um papel regulador, permitindo actuar por forma a manter a actuação prevista, desde que se possa lançar mão dos recursos necessários para fazer face às situações que se apresentem.

Do referido em 1 — ràpidamente se conclui que convém adaptar um método de representar a planificação que conduza a um registo gráfico numa folha de papel. Antes de iniciar tal registo, há que decompor o projecto a executar, nas suas partes essenciais, isto é, há que estabelecer uma lista das actividades elementares envolvidas na realização do trabalho, e consideradas as dependências entre as diversas actividades.

O critério a adoptar deverá corresponder às necessidades da execução, por exemplo, individualizando como actividades independentes:

— as operações, materializáveis, ou não, que consomem tempo, sejam trabalhos de execução pròpriamente ditos ou encomendas de materiais de construção, transportes e montagens de máquinas, aprovação de estudos, endurecimento do betão até atingir uma dada resistência mínima, etc.

— as operações executadas por diferentes equipas, por exemplo, construção de paredes de tijolo em tosco, num edifício; assentamento de serralharias, etc.

— as partes de tarefas bem definidas, que convém considerar separadamente, por exemplo, no caso de edifícios muito extensos, abertura de caboucos 1.ª fase, abertura de caboucos 2.ª fase, etc.

— as diferentes rubricas consideradas no mapa de medições.

As diversas actividades são referidas por números, na sequência natural, dado que, sendo por vezes muitas as actividades, outra forma de referenciação (por exemplo letras) não é praticável. Na lista de actividades há que anotar os tempos necessários à realização de cada uma delas.

Existem fundamentalmente dois métodos de planeamento do tempo, o diagrama Gant e o diagrama PERT, que a seguir vamos abordar. Ano-

temos, porém, que do tipo PERT (e CPM, estes dois constituindo a origem dos novos métodos) existem mais de uma centena de variantes.

Para exemplificação sobre a maneira de separar as diversas actividades de um projecto, consideremos a construção de uma pequena ponte, com encontros de betão simples, e tabuleiro constituído por vigas metálicas ligadas entre si por uma laje de betão armado, exemplo adaptado de (3).

Construiremos então um quadro que pode ter o aspecto da tabela 1.

De acordo com o já referido ao elaborar-se a lista de actividades envolvem-se várias outras

TABELA 1

Tabela de actividades correspondentes à construção de uma pequena ponte para o traçado do diagrama Gant

Ref.ª	Actividades	Duração (dias úteis)
1	Trabalhos preparatórios: encomenda de materiais (ferro, cimento, areia, brita, pedra para macadame e enrocamento, etc.) destinados a fundações, encontros, tabuleiro, pavimentos e protecção das margens, com excepção dos incluídos nas actividades 11 e 20. Instalação do estaleiro. Transporte, descarga e armazenamento dos materiais, nomeadamente de madeiras para escoramentos e cofragens, e armaduras, que já vão cortadas, à medida, para a obra	20
2	Transporte do equipamento, sua descarga e instalação	1
3	Limpeza do mato no local da obra e remoção de terras vegetais	3
4	Escavação dos caboucos sul e norte para a execução da fundação dos encontros	5
5	Betonagem das fundações do encontro sul	6
9	Montagem da cofragem e betonagem do encontro sul	15
7	Endurecimento do betão do encontro sul	14
8	Betonagem das fundações do encontro norte	6
9	Montagem da cofragem e betonagem do encontro norte	15
10	Endurecimento do betão do encontro norte	14
11	Encomenda, transporte, descarga e armazenamento de vigas metálicas para o tabuleiro e de gradeamentos metálicos para guardas, nos passeios da ponte e dos acessos	30
12	Montagem de vigas metálicas no tabuleiro	2
13	Aterro e compactação do terrapleno sul	15
14	Aterro e compactação do terrapleno norte	12
15	Montagem de cofragem, colocação de armaduras e betonagem da laje do tabuleiro	12
16	Colocação de lancis e execução da pavimentação dos acessos	6
17	Calcetamento dos passeios e assentamento dos gradeamentos nos acessos incluindo a pintura	5
18	Calcetamento dos passeios na ponte e assentamento dos respectivos gradeamentos incluindo a pintura	4
19	Rectificação do leito do rio	6
20	Aquisição de plantas, seu transporte e plantação dos taludes dos acessos	2
21	Colocação de enrocamento para protecção das margens	8
22	Limpezas finais, levantamento do estaleiro	1

questões, como o cálculo dos tempos de execução de cada uma delas e a previsão do pessoal e das máquinas necessárias.

Por agora não nos deteremos nessas questões e passaremos aos métodos de elaboração e registo do planeamento do tempo.

2.1 — Diagrama de Gant

Esta representação é correntemente designada por gráfico de barras, e consiste num quadro conforme a fig. 1, em cuja 1.ª coluna se anotou a referência numérica, e na 2.ª coluna a designação das diversas actividades. Nas colunas seguintes, a uma determinada escala, representam-se os tempos, isto é, os dias úteis, eliminando os domingos e assinalando devidamente os feriados, se existirem. Portanto cada semana é representada por 6 dias, e, no final, estabelece-se a correspondência com as datas do calendário.

O desenho começa pela actividade 1, que engloba os trabalhos preparatórios e cujo prazo de realização é de 20 dias úteis. Admitamos que ela começa no dia útil 1 (26 de Fevereiro) e que termina no 20.º dia (o qual, quando se fizer a correspondência com o calendário, se verificará corresponder ao dia 21 de Março).

Não vale a pena, possìvelmente, iniciar o transporte das máquinas para o local, antes que decorram $20 - (5 + 3 + 1) = 11$ dias úteis, a menos que haja razões especiais para o fazer. Com efeito, tendo em consideração o indicado na tabela 1, se transportarmos (e instalarmos) o material para o estaleiro só no 12.º dia útil, isto é, se executarmos no 12.º dia a actividade 2, podemos começar a limpeza do terreno (actividade 3) no 13.º dia. Como esta actividade de limpeza dura 3 dias, acabará no final do 15.º dia e podemos organizar as escavações (actividade 4) para os dias 16 a 20 (5 dias). Este último tempo corresponde ao prazo limite da execução dos trabalhos preparatórios e da chegada dos materiais, (actividade 1) que serão fornecidos escalonadamente, a partir desta data, de acordo com as respectivas necessidades.

Prosseguindo, podem-se betonar as fundações do encontro sul (actividade 5) nos dias 21 a 26 (6 dias) e no 27.º dia pode-se iniciar a montagem da cofragem e a betonagem do encontro sul, (actividade 6) ao mesmo tempo que se inicia a betonagem das fundações do encontro norte, (actividade 8). A montagem das cofragens, e a betonagem do encontro norte (actividade 9) segue-se imediatamente à conclusão da respectiva fundação, no 32.º dia, e ficará concluído no 47.º dia útil. Deste modo, a conclusão do encontro sul, até ao seu endurecimento, processar-se-á no 55.º dia útil, e o encontro norte no 61.º dia útil.

Considerou-se, ainda, por hipótese, que a execução dos terraplenos norte e sul, se podiam processar simultâneamente, mas sòmente após a montagem das vigas metálicas do tabuleiro, de acordo com o caderno de encargos, a fim de obter um prévio travamento dos encontros. Considerou-se a betonagem do tabuleiro logo após a execução dos aterros, cuja existência permite mais fácil acesso. O assentamento de lancis em passeios, a pavimentação da faixa de rolagem, o assentamento de grades, nas guardas dos acessos e da ponte, a calçada de passeios, etc. inicia-se uma vez que estejam concluídos os terraplenos. Após a conclusão destes pode-se iniciar a plantação dos taludes dos acessos.

Finalmente a rectificação do leito da linha de água, e a colocação de enrocamentos nas margens são operações independentes, apenas condicionadas pela montagem das vigas metálicas (libertação da área) podendo iniciar-se a seguir à conclusão dos terraplenos, para aproveitamento de pessoal disponível.

Na representação gráfica cada actividade é representada por uma barra rectangular, cujo comprimento corresponde, à escala, ao tempo necessário à sua execução. Conclui-se, finalmente, que o projecto ficará realizado em 104 dias úteis após o início do trabalho. Após converter o tempo útil em datas de calendário conclui-se que a obra finalizará no dia 28 de Junho.

No desenho ligámos, com linhas verticais, determinadas actividades, para traduzir as relações de dependência lógica entre elas. Notemos que, algumas delas estão limitadas, no seu começo, e no seu final, por linhas verticais, formando uma sequência desde o início do projecto até à sua conclusão. Estas actividades têm uma particularidade, são elas que, no seu conjunto, definem o prazo final de execução do projecto. Quer dizer, a dilatação do tempo de execução de qualquer delas provoca o aumento do prazo de execução do projecto. Por essa razão elas são «actividades críticas»

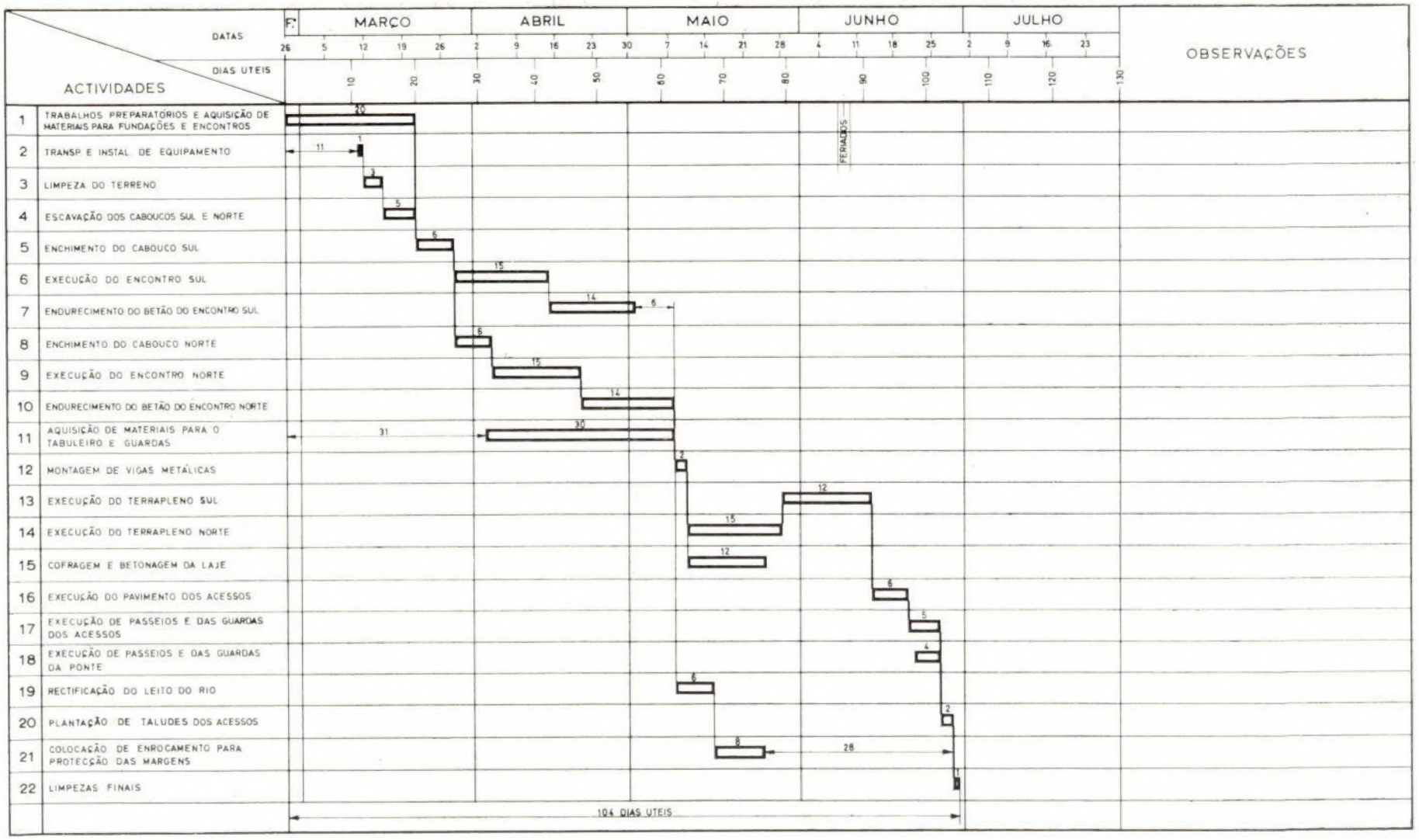


Fig. 1 — Gráfico de barras correspondente à execução de uma pequena ponte

Pelo contrário, outras actividades, isoladas (caso da actividade 11) ou quando consideradas em grupo (actividades 2, 3, 4), só estão limitadas à direita, isto é, no que se refere ao tempo de conclusão. De modo semelhante outras, isoladas, (caso da actividade 15) ou quando consideradas em grupo (actividades 19 e 20) só estão limitadas, no tempo, no que se refere ao seu cómeço. As primeiras, se houver conveniência nisso, podem ser antecipadas (deslocadas no gráfico, para a esquerda) e, nas segundas pode a data do seu começo ser adiada.

Existe folga em relação a estes dois últimos tipos de actividades, isto é, às que não são críticas, o que quer dizer, repetindo o que foi dito, podemos iniciar mais cedo do que o gráfico de barras indica, actividades como 2, 3, 4 ou como a actividade 11, por exemplo. Ou poderemos terminar mais tarde actividades como 15 ou como 19 e 20, agrupadas.

O uso desta liberdade, não trará consequências para o comprimento do prazo enquanto não for excedida a folga de que se dispõe para a execução das respectivas actividades.

As actividades críticas terão folga nula, e cabe aqui precisar o que é a folga e quantificá-la. Na verdade, podem difinir-se diversos tipos de folga.

«*Folga livre*» de uma actividade é o atraso máximo que é possível ter na sua realização sem aumentar o prazo de execução do projecto e sem influenciar nenhuma outra actividade. É portanto a liberdade de que se pode dispor com as mínimas consequências, visto que só afecta o tempo de início ou de conclusão de uma actividade, sem repercussão em nada mais.

«*Folga total*» de uma actividade é o atraso máximo que é possível ter na sua realização, sem aumentar o prazo de execução do projecto, mas perturbando todas as actividades do «ramo» em que ela se insere, considerando estes ramos como que entroncando no conjunto as linhas verticais principais, isto é, que definem as actividades críticas. É portanto a liberdade com que se pode contar, de maiores repercussões no respectivo ramo, mas sem afectar o prazo total da execução do projecto.

É naturalmente útil conhecer estes dois valores extremos da folga, para efeitos de ajustamento do plano, quando necessário, existindo uma certa variedade de folgas, isto é, de graus de liberdade de actuação, entre as duas folgas extremas atrás definidas.

Podemos exemplificar, referindo que, a actividade 11, que é independente, ou seja, não está associada com outras, desde a origem do projecto até uma data crítica, tem uma folga total (máxima) de 31 dias, que será também a folga livre. Os 31 dias resultam do facto do tempo de execução da actividade em referência ser 30 e a sua conclusão estar condicionada à data crítica (ver fig. 1) dada pela soma $20 + 6 + 6 + 15 + 14 = 51$, cujas parcelas são os tempos de execução, respectivamente, das actividades 1, 5, 8, 9, 10.

De modo idêntico a tarefa 7 tem de folga máxima 6 (que será também folga livre), visto que um atraso de 6 dias não vai perturbar qualquer outra actividade, estando aquela liberdade de actuação limitada pela data (crítica) de início da actividade 12.

A actividade 6 terá folga livre nula, e folga total 6, uma vez que atrasando-a de 6 dias consegue-se manter o prazo de execução do projecto transformando a actividade 7 em crítica.

A actividade 2 tem de folga total 11 bem como as actividades 3 e 4, sendo a folga livre nula para as actividades 2 e 3, e igual a 11 para a actividade 4.

A folga total é mais importante, mas o seu conhecimento só dá uma ideia optimista a respeito do atraso de uma actividade, na medida em que a sua utilização, que é sempre possível, se mostra arriscada porque torna críticas as restantes actividades do mesmo «ramo». Pelo contrário o conhecimento da folga livre dá uma ideia pessimista do grau de liberdade das actividades de um «ramo». Esta questão será abordada mais adiante, e mais concretizada.

O gráfico de barras tem sido o método mais usado, por ser o mais antigo e ser muito claro, havendo já uma certa habituação da parte dos técnicos. O facto de se apresentar desenhado à escala do tempo, representa uma vantagem. Tem, porém, o inconveniente de exigir a completa remodelação, sempre que é necessário rever o planeamento ou que introduzir modificações na duração de algumas actividades e nas datas da respectiva realização. No caso de um estudo muito pormenorizado, chega-se com facilidade a muitas actividades, da ordem das centenas, tornando-se muito trabalhosa a sua representação em gráfico

de barras. A elaboração de um diagrama com a evidenciação das actividades críticas contribui, nesse caso, para a redução da clareza.

2.2 — Diagrama PERT

2.2.1 — Considerações gerais

A sigla PERT constitui uma abreviatura do título inglês que se pode traduzir por processo para estabelecimento e revisão de programas de trabalhos. Aplica-se com sucesso à programação de qualquer projecto, nomeadamente quando certos grupos de actividades se desenvolvem independentemente no tempo, e com desigual duração, embora relacionados entre si, havendo a necessidade de coordenar diversas intervenções.

Uma das vantagens essenciais do diagrama PERT consiste em representar de forma clara o encandeamento lógico e cronológico das diversas actividades do projecto, e de evidenciar quais são as actividades críticas que condicionam o prazo final e sobre as quais deve incidir a máxima atenção do coordenador. Portanto proporciona-se um meio de evidenciar, pelo cálculo, o que é primordial e o que, pelo contrário, é, de momento, secundário, descernimento este que anteriormente se deixava à intuição do coordenador.

No caso de modificação das condições de realização e desde que a lógica não seja grandemente alterada, a replanificação não é muito trabalhosa.

O cálculo dos elementos de informação pode ser efectuado num computador, o que facilita o trabalho do programador.

O diagrama ou rede PERT é constituído por um conjunto de setas que representam as diversas actividades, e por círculos ou nós que representam o início ou o fim de uma actividade, cada um dos quais se designa por «acontecimento», «evento», ou «etapa». Cada actividade é limitada por dois eventos, um antecessor e o outro sucessor, indicando a seta o sentido cronológico do respectivo processamento.

Cada actividade, para se poder realizar, exige consumo de tempo e de recursos. Notemos, porém, a necessidade de introduzir uma outra noção, a de actividade nula, de simples ligação.

Pode acontecer que duas actividades, 2 e 3, tenham que desenvolver-se paralelamente, a partir de um mesmo evento i, e concorrendo noutro evento j, que permite o começo de outra actividade 4. Isso poderia levar ao seguinte diagrama, errado, da fig. 2a.

Com efeito, acontece que a lógica do PERT exige que a cada actividade correspondam dois eventos que não podem, simultâneamente, referir-se a duas actividades. Há então que introduzir uma *actividade fictícia*, actividade simulada ou actividade passiva, que não consome tempo nem recursos, e que se desenha a tracejado, representando-se o diagrama com o aspecto da fig. 2b ou da fig. 2c.

A necessidade da ligação fictícia aparece ainda na hipótese de actividades representando caminhos paralelos por exemplo, 1 — escavação de caboucos do lado norte; 2 — escavação de caboucos do lado sul; 3 — instalação da betoneira; 4 — enchimento dos caboucos do lado norte, que poderia conduzir à representação errada da fig. 3a. Na verdade a actividade 2 não tem início no mesmo evento em que 3 finda, e a representação correcta é a da fig. 3b.

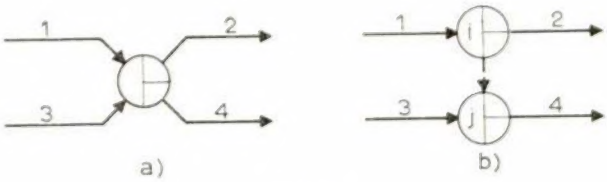


Fig. 3

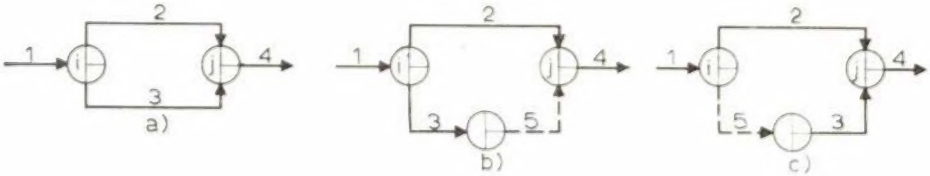


Fig. 2

PRISMA

ARMADURAS
PRÉ-FABRICADAS
EM TODOS
OS TIPOS DE AÇO
PARA BETÃO

AÇO A 24
AÇO A 40
AÇO A 50
AÇO A 68

PRISMA - Armaduras para Betão, SARL
Rua D. Luís I, 20 — LISBOA 2
Telef. 67 01 76

COMPANHIA PORTUGUESA DE TREFILARIA, S. A. R. L.

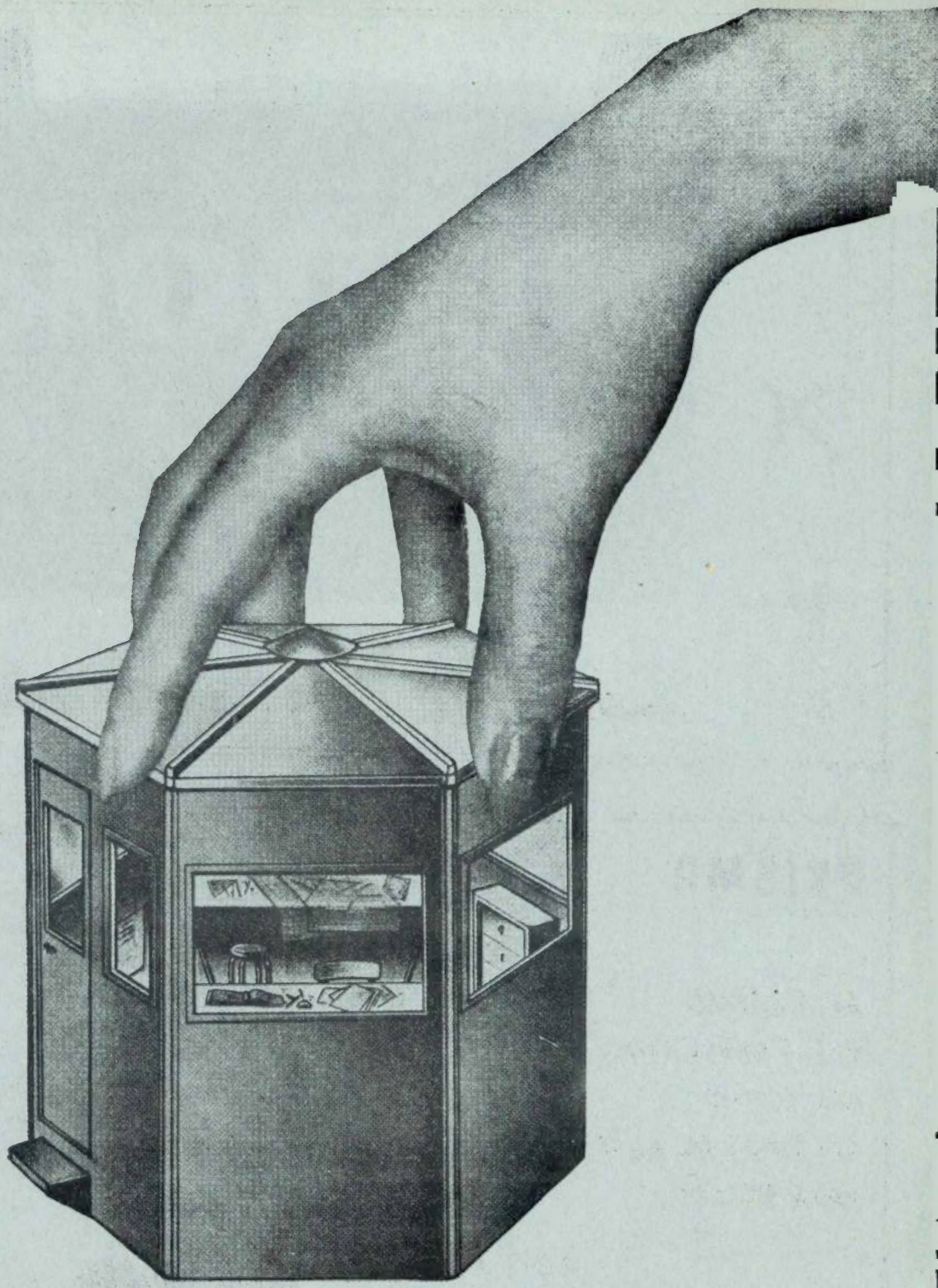
trefilaço — A40 — σ 0,2 = 40 kgf/mm²

MALHASOL — A50 — σ 0,2 = 50 kgf/mm²

AÇO BI — A68 — σ 0,2 = 68 kgf/mm²

AÇOS DE ALTA RESISTÊNCIA
PARA BETÃO ARMADO

DIAL — GABINETE TÉCNICO
R. DO INSTITUTO INDUSTRIAL, 18-1.º Dt.º
TELEFONES 67 12 24/5 e 67 37 85 - LISBOA



ESCRITÓRIOS MÓVEIS "RÉEL"

FABRICA PORTUGAL

RUA FEBO MONIZ, 20 — LISBOA-1

Finalmente as ligações fictícias servem para ligar actividades que se desenvolvem independentemente, mas que são complementares, como apresentado na fig. 4, em que: 1 — escavação de caboucos; 2 — enchimento de caboucos; 3 — abertura de caixa e arrumação de brita, para pavimento térreo; 4 — execução de massame e 5 — instalação de betoneira.

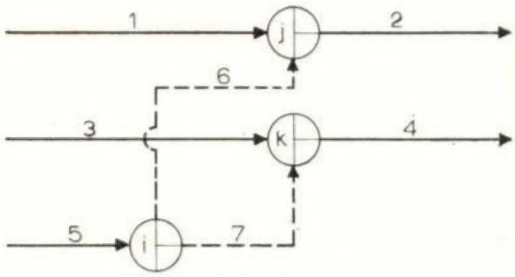


Fig. 4

A programação PERT inicia-se, como o gráfico de barras, pela elaboração da tabela de actividades, só que, agora, há que acrescentar, em relação a cada uma das actividades, qual ou quais são as que, tècnicamente, as devem anteceder imediatamente e qual ou quais as que lhe seguem imediatamente. Anota-se, também, em relação a cada uma delas, qual a duração prevista.

2.2.2 — 1.º Exemplo de aplicação

Para exemplificação consideremos ainda a construção da pequena ponte, anteriormente referida, e em relação ao qual já apresentamos a noção de actividade. Teremos a tabela 2, em que se acrescentou uma outra coluna, a última da direita, para a localização dos eventos, e com a qual muito se facilita o traçado da rede.

Preenchidas as duas primeiras colunas da tabela com os dados iniciais relativos às diversas actividades, e a 5.ª coluna, com as respectivas durações previstas, passamos às 3.ª e 4.ª colunas para introduzir as relações lógicas entre actividades.

Assim, por exemplo, a actividade 1 (trabalhos preparatórios), a actividade 2 (transporte de equipamento) e a actividade 11 (encomenda de vigas metálicas) são independentes de qualquer outra actividade, isto é, não têm antecessora. É por elas que se começa a execução do projecto, e isso exprime-se na 3.ª coluna da tabela assinalando-as com um pequeno traço.

Logo que se tenha transportado o equipamento (actividade 2) pode começar-se a actividade 3 (limpeza do terreno). Portanto 3 é sucessora de 2, e esta antecede 3; concluída 3 pode iniciar-se a actividade 4, escavação dos caboucos. Porém, não é possível iniciar a construção das fundações do encontro sul (actividade 5) sem que se disponha de materiais e se tenham aberto os caboucos, pelo que as actividades 1 e 4 convergem num evento comum onde se inicia a actividade 5. Do mesmo modo se consideram as restantes actividades, e vamos admitir que é condição do projecto que não se podem executar os terraplenos antes de colocar as vigas metálicas do tabuleiro, por exemplo, para se obter um certo travamento entre os encontros. Além disso, suporemos que, por facilidade de construção, não se deverá executar a laje de betão armado antes dos terraplenos e estes (o de norte e o do sul, actividades 13 e 14) podem ser executados simultâneamente o que dá lugar à introdução de uma actividade fictícia.

O preenchimento da tabela prossegue, de acordo com o referido até à respectiva conclusão, no que diz respeito às colunas 3 e 4. A última actividade (22) isto é, aquela com cuja realização se termina a execução do projecto não tem sucessora, o que se assinala, de igual modo, por um traço horizontal, agora na coluna 4.

Para o preenchimento da última coluna da tabela 2 começa por supor-se que estão desenhados em correspondência com a linha vertical I os eventos que correspondem ao instante zero, quer dizer ao início das actividades sem antecessoras, isto é, no exemplo apresentado, as actividades 1, 2 e 11. Riscamos, na coluna 3, todos os números 1, 2 e 11 aí inscritos, e registamos II, na coluna 5, na correspondência das actividades em que um daqueles números 1, 2 ou 11 está isolado. No nosso caso só aparece a actividade 3 nessas condições. Consideramos o respectivo evento desenhado, e passamos a riscar, na coluna 3 da tabela, todos os números 3 aí inscritos, registando em seguida III, na última coluna, na correspondência das actividades em que todas as antecessoras forem riscadas. Prosseguimos, do mesmo modo, até concluir a 5.ª coluna da tabela, inscrevendo a referência XIV.

Estamos, agora, em condições de desenhar o diagrama PERT, e começa-se por desenhar 14 linhas verticais onde se localizam os diversos

TABELA 2

Tabela de actividades correspondentes à construção de uma pequena ponte para o traçado do diagrama PERT

ACTIVIDADES				Duração das activi-dades (dias)	Linha de referência dos eventos
Ref.ª	Designação	Imediatamente			
		Antecessora	Sucessora		
1	Trabalhos preparatórios: encomenda de materiais excepto os incluídos nas actividades 11 e 20; instalação do estaleiro; transporte, descarga e armazenamento dos materiais	—	5	20	I
2	Transporte do equipamento, sua descarga e instalação	—	3	1	I
3	Limpeza do mato no local da obra e remoção de terras vegetais	2	4	3	II
4	Escavação dos caboucos norte e sul para a execução da fundação dos encontros	3	5	5	III
5	Betonagem das fundações do encontro sul	1,4	6,8	6	IV
6	Montagem da cofragem e betonagem do encontro sul	5	7	15	V
7	Endurecimento do betão do encontro sul	6	12,19	14	VI
8	Betonagem das fundações do encontro norte	5	9	6	V
9	Montagem da cofragem e betonagem do encontro norte	8	10	15	VI
10	Endurecimento do betão do encontro norte	9	12,19	14	VII
11	Encomenda, transporte; descarga e armazenamento de vigas metálicas para o tabuleiro e de gradeamentos metálicos para guardas nos passeios da ponte e dos acessos	—	12,19	30	I
12	Montagem de vigas metálicas no tabuleiro	7,10,11	13,14	2	VIII
13	Aterro e compactação do terrapleno sul	12	15	15	IX
14	Aterro e compactação do terrapleno norte	12	15	12	IX
15	Montagem da cofragem, colocação de armaduras e betonagem da laje do tabuleiro	13,14	16,18	12	X
16	Colocação de lancis e execução da pavimentação nos acessos	15	17	6	XI
17	Calcetamento dos passeios e assentamento dos gradeamentos nos acessos, incluindo a pintura	16	20	5	XII
18	Calcetamento dos passeios na ponte e assentamento dos respectivos gradeamentos, incluindo pintura	15	22	4	XI
19	Rectificação do leito do rio	7,10,11	21	6	VIII
20	Aquisição de plantas, seu transporte e plantação de taludes dos acessos	17	22	2	XIII
21	Colocação de enrocamento para protecção das margens	19	22	8	IX
22	Limpezas finais, levantamento do estaleiro	18,20,21	—	1	XIV

eventos Desenham-se depois as setas representativas das diversas actividades atendendo às respectivas ligações, conforme expresso na tabela 2. Anota-se, na parte superior da seta, o número de referência da respectiva actividade e a sua duração.

Segue-se a numeração dos nós ou eventos o que se faz em sequência, por caminhos. Começa-se por numerar a origem e, supomos concluídas todas as actividades que dela partem, cortando as setas com um pequeno traço inclinado. Só se numeram nós aonde convergem actividades já concluídas, isto é, marcadas. Todas as actividades que partem de nós numerados são, em seguida, consideradas como concluídas e marcadas e assim sucessivamente.

Os nós ou eventos do diagrama PERT são representados por círculos, que se dividem em três sectores. O número de cada nó, é inscrito na secção vertical esquerda do respectivo círculo fig, 5, sendo a numeração inscrita pela ordem natural, da esquerda para a direita, e em sequência, por caminhos (*), ver também fig. 7.

O trabalho seguinte é a determinação dos «tempos mais cedo» em que podem ocorrer os diversos eventos, isto é, em que se podem iniciar as diversas actividades. Tais tempos são inscritos nos sectores superiores situados do lado direito dos nós, fig. 5 a.

Partimos do tempo 0 e, percorrendo os diversos caminhos do diagrama, no sentido cronológico, isto é, da esquerda para a direita, vão-se somando os tempos necessários à execução. Por exemplo para as actividades 1 a 5 teremos, segundo o caminho inferior, fig. 5, para o evento 1, o tempo 0; para o evento 2, o tempo $0 + 1 = 1$; para o evento 3, soma $1 + 3 = 4$ e para o evento 4, a soma $4 + 5 = 9$. Acontece que o evento 4 só pode situar-se, no tempo, depois de terminada a actividade 1 que se processa em 20 dias. Em vez do evento 4 se situar no tempo 9, terá que se situar, o mais cedo, no tempo 20. Portanto toma-se, no evento 4, o *maior dos tempos*, determinados quando se seguem diversos caminhos que concorrem nesse evento, no exemplo dois caminhos.

(*) Denomina-se «caminho» a cada conjunto de actividades que se sucedem, isto é que se localizam em série ou em sequência, com um encadeamento lógico de sucessão. As actividades que se situam em caminhos distintos são independentes do ponto de vista lógico.

Completada a actuação indicada em relação ao exemplo apresentado, relativo à construção de uma pequena ponte (fig. 7) conclue-se que a construção da ponte se processa em 104 dias como já tínhamos visto na aplicação do gráfico de barras.

Segue-se a determinação dos *tempos mais tarde* em que se podem situar os diversos eventos, quer dizer os tempos mais tarde em que se podem iniciar as actividades que neles começam.

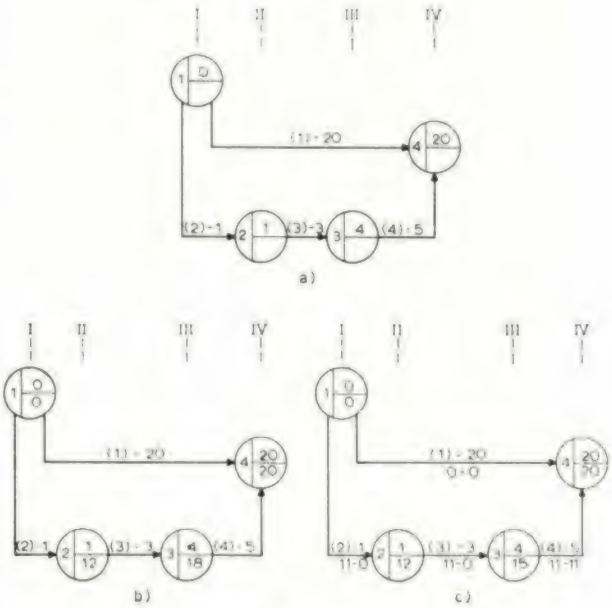


Fig. 5

Convém salientar a diferença entre tempos dos eventos e das actividades: uma actividade pode começar, o mais cedo, no tempo mais cedo do evento inicial correspondente e terminar, o mais cedo, no tempo mais cedo do evento em que começa, somado com a duração da actividade; uma actividade pode terminar, o mais tarde no tempo mais tarde do seu evento final e começar, o mais tarde, nesse tempo, diminuido da duração da actividade em referência.

Retomando a questão da determinação dos tempos mais tarde em que os eventos se localizam, acrescentamos que estes novos tempos são inscritos nos sectores inferiores situados do lado direito dos nós.

Partimos do tempo final e percorremos os diversos caminhos do diagrama no sentido anti-cronológico, isto é, da direita para a esquerda, e vão-se subtraindo os tempos necessários à execução. Por exemplo, para as actividades 1 a 4 do

diagrama da fig. 5b, teríamos para o evento 4, o tempo 20; para o evento 3 teríamos 20-5 = 15 (por ser 5 a duração da actividade que liga os eventos 3 e 4); para o evento 2, seria 15-3 = 12 e finalmente, para o evento 1, 12-1 = 11.

Acontece que, seguindo o caminho superior, teríamos, agora, 20-20 = 0 que será o tempo mais tarde do evento 1. Portanto, em cada nó retemos, agora o *menor dos tempos* que corresponde aos diversos caminhos que nele se iniciam.

Os eventos em que os tempos mais cedo são iguais aos tempos mais tarde localizam o caminho crítico.

Podemos, agora, determinar as folgas das actividades. Seja a actividade (i, j) de duração t, limitada pelos eventos inicial e final, respectivamente i, j, definidos pelos instantes t_c t_t mais cedo e mais tarde. A definição matemática das folgas limites são expressos pelas relacções (fig. 6)

$$\text{folga total} = (t_{tj} - t_{ci}) - t$$

$$\text{folga livre} = (t_{cj} - t_{ci}) - t$$

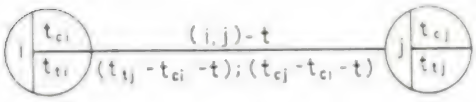


Fig. 6

Passamos ao cálculo das folgas totais e das folgas livres de cada actividade, as quais se inscrevem na parte inferior das setas. Para o troço do diagrama que estamos apresentando teríamos para folgas totais das actividades 4-3-2 e 1, respectivamente, 20-4-5 = 11; 15-1-3 = 11; 12-0-1 = 11; 20-0-20 = 0 e para folgas livres 20-4-5 = 11; 4-5-3 = 0; 1-0-1 = 0; 20-0-20 = 0.

As actividades de folgas total e livre nulas, são as actividades críticas (*) que, no seu conjunto, definem o caminho crítico, representado a traço mais grosso na fig. 7.

Anotemos, a este respeito, que também existem sequência sub-críticas, isto é, com folga reduzida.

Notemos que quando desenhamos um diagrama PERT para uma obra em curso, cujas datas de início e de conclusão do projecto, não são as estrìctamente necessárias, podemos chegar a folgas negativas ou positivas (diferentes de zero), no caminho crítico, consoante o trabalho está atrasado ou adiantado.

A única maneira de poder reduzir o prazo total de execução de um projecto consiste na diminuição do tempo gasto numa ou em mais de uma das actividades que se encontram na sucessão crítica, pois que a redução da duração das actividades não críticas não tem efeitos na duração da obra.

No caso de atraso, não deve exagerar-se procurando acelerar tudo. Há que examinar, no dia-

(*) De acordo com as definições já dadas, actividades críticas são aquelas que utilizam (ou excedem) o tempo máximo disponivel.

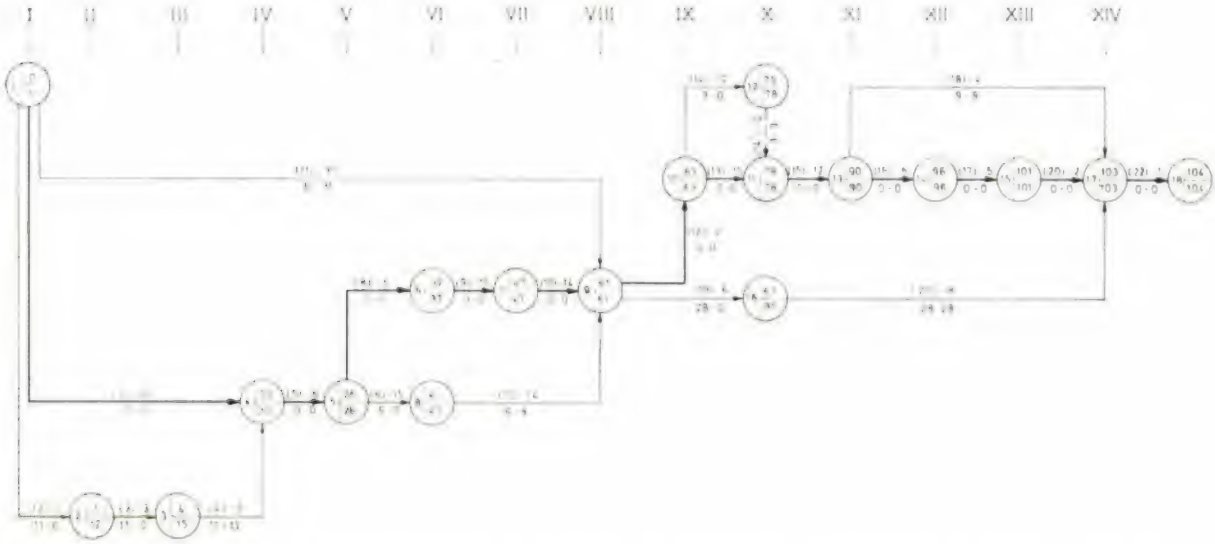


Fig. 7 — Diagrama Pert correspondente ao projecto da construção de uma pequena ponte (Tabela 2)

grama, as actividades que falta executar e de terminar cuidadosamente aquelas que podem acelerar-se com a menor perturbação possível nos recursos à disposição.

De modo semelhante, em relação a um projecto complexo, não é necessário que o coordenador ou dirigente preste a mesma atenção a todas as actividades, basta ocupar-se das que são críticas, podendo delegar as restantes nos seus adjuntos.

Vemos, portanto, que a técnica PERT dá-nos um conjunto de informações que não se obtinha na antiga técnica do gráfico de barras. É bem verdade que este último método pode ser, agora, enriquecido com alguns dos dados que a técnica PERT possibilita, como referimos em 2.1.

Chegado a este ponto há que fazer referência à passagem de tempo PERT para datas de calendário. Isso faz-se a partir de uma tabela que se pode inscrever no mesmo papel onde se desenhe o diagrama, e que faz uma simples correspondência entre os tempos mais cedo e mais tarde dos diversos eventos e as respectivas datas. Tal tabela só poderá ser elaborada após o conhecimento do dia do início da obra.

2.2.3 — 2.º Exemplo de aplicação

No exemplo que se segue pretendemos mostrar o procedimento a adoptar quando se verifica que o prazo calculado excede as necessidades, e com o qual se pretende evidenciar o procedimento necessário a uma replanificação, quer dizer, a revisão de um 1.º planeamento, verificada qualquer incompatibilidade, face às necessidades.

Trata-se da construção de um posto de manobra de uma estação ferroviária de acordo com as actividades indicadas na tabela 3. O exemplo é adaptado de (4), e refere-se a um pequeno edifício tendo, no r/c, uma subestação, uma central de aquecimento com depósito de carvão anexo, e uma arrecadação para bicicletas. No 1.º andar existe a sala de relais, e gabinetes de pessoal da conservação. No 2.º andar, que ocupa apenas parte da área do edifício, situa-se a sala de agulheiros e o bloco sanitário.

As fundações do edifício são constituídas por um ensoleiramento de betão armado, sendo do mesmo material os pavimentos e o terraço de cobertura. O edifício tem uma estrutura de betão armado constituída por pilares e vigas.

A caixilharia e os gradeamentos de varandas e escadas são metálicos. Os rebocos exteriores são de argamassa de cimento e os interiores de argamassa de cal e cimento no r/c e 1.º andar, e, finalmente, estuque no 2.º andar. Os lambris são de marmorite na sala dos agulheiros e na caixa da escada. Os pavimentos são de betonilha excepto na subestação, sanitários, sala dos agulheiros e escada, onde são aplicados ladrilhos hidráulicos. O pavimento da sala de relais é revestido com linóleo.

As instalações sanitárias comportam bacia turca, lavatório e pia de despejos. Os esgotos são ligados a uma fossa já existente.

A instalação eléctrica fica à vista nas salas do r/c. e 1.º andar e fica encastrada nas paredes das salas do 2.º andar. Todas as paredes são pintadas excepto as da carvoaria.

A instalação de aquecimento é do tipo tradicional, com irradiadores.

Há necessidade de concluir o trabalho no prazo de 182 dias ou seja em

$$\frac{25{,}5}{30} \times 182 = 155 \text{ dias úteis}$$

porquanto em cada mês (30 dias), só há, em média, 25,5 dias, como se indica em 2.4

Conhecido o programa atrás indicado, vamos desenhar a rede PERT de acordo com as durações atribuídas para as diversas actividades, tendo em conta os prazos de fornecimento e a capacidade normal de execução do empreiteiro, conforme figura 8. Verifica-se que somos conduzidos a uma duração total de 200 dias úteis, a qual, por ser superior à indicada, tem que ser revista. Para isso vamos procurar actuar nas actividades críticas de modo a estudar uma variante que permita reduzir o prazo de 45 dias.

Revisto o assunto com as entidades intervenientes, chegou-se à conclusão de que não será possível contar com menor prazo para as tarefas 1-3-4. O encarregado da obra, por seu lado, não vê maneira de reduzir os prazos para execução das actividades 2-5-6-8, porque, tratando-se de uma pequena obra, não é possível aumentar o pessoal para a respectiva execução, dada a exiguidade da área de trabalho. Nestas condições procurou, antes de mais nada, considerar-se a substituição de lajes maciças por pavimentos

TABELA 3

Tabela de actividades correspondentes ao 1.º Programa para a construção de um posto de manobra

ACTIVIDADES				Duração das actividades	Linha de referência dos eventos
Ref.ª	Designação	Imediatamente			
		Antecessoras	Sucessoras		
1	Construção de passagem provisória, para serviço, sobre as linhas principais	–	2	5	I
2	Instalação do estaleiro	1	5	6	II
3	Cálculo da estrutura. Planificação do trabalho	–	4	18	I
4	Aprovação da actividade 3	3	5	12	II
5	Movimento de terras. Execução de fundações, massames e alvenarias do r/c.	2,4	6	32	III
6	Estrutura e pavimentos do 1.º e 2.º andares. Alvenarias do 1.º andar	5	7,8	15	IV
7	Endurecimento do betão e descofragem dos 1.º e 2.º andares	6	11	19	V
8	Alvenarias do 2.º andar. Betonagem do terraço	6	9,10	10	V
9	Endurecimento do betão do terraço e descofragem	8	12,23	19	VI
10	Impermeabilização do terraço	8	14	7	VI
11	Caixilharia e portas metálicas no r/c. e no 1.º andar	7	13	4	VI
12	» » » » no 2.º andar	9	16,27	3	VII
13	Reboco interior do r/c. e do 1.º andar	11	15, 17, 21	12	VII
14	» « do 2.º andar	10,16	17,26	11	IX
15	Instalação eléctrica no r/c. e 1.º andar	13	22	8	VIII
16	» » no 2.º andar dentro das paredes	12	14	8	VIII
17	Rede de águas, instalação de aparelhagem sanitária	13,14	18	6	X
18	Revestimento do pavimento no r/c. e no 1.º andar	17	19	10	XI
19	» » » no 2.º andar	18	20	12	XII
20	Escadas	19	22	10	XIII
21	Instalação da caldeira de aquecimento	13	28	6	VIII
22	Vidros. Pinturas interiores (1.ª demão)	15, 20, 23, 26, 27, 28	24	20	XIV
23	Rede exterior de esgotos e ligação à fossa	9	22	6	VII
24	Pinturas interiores (2.ª demão)	22	25	12	XV
25	Linóleo em pavimentos	24	–	2	XVI
26	Instalação eléctrica — enfiamentos de cabos	14	22	3	X
27	Revestimentos exteriores. Prumadas de água pluviais	12	22	31	VIII
28	Instalação da rede de aquecimento e de irradiadores	21	22	18	IX

pré-fabricados e, visto o assunto, verificou-se ser possível reduzir o prazo de duas das tarefas:

actividade 7 — Endurecimento do betão, descofragem dos 1.º e 2.º andares, execução em . . . . . 6 dias

actividade 9 — Endurecimento do betão do terraço e descofragem, execução em 6 dias

O estudo da actividade 17, rede de águas, instalação de aparelhagem sanitária também mostrou a possibilidade da redução do seu prazo de execução, desdobrando-a em duas actividades

actividade 17' — Rede de águas, começando após 12, duração . . . . . 2 dias

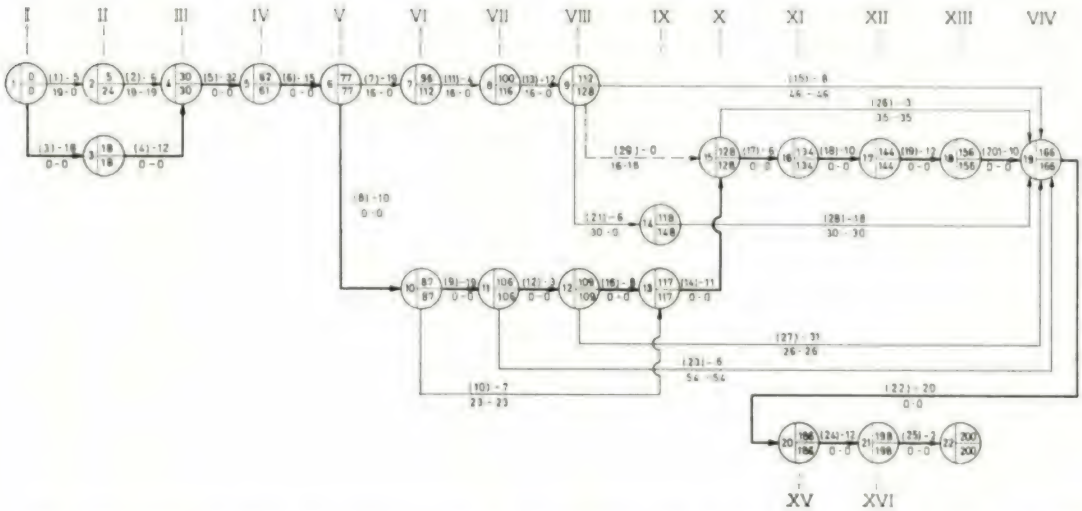


Fig. 8 — Diagrama Pert correspondente à 1.ª programação do projecto de construção de um pequeno edifício (Tabela 3)

A redução de prazo na actividade 7 não tem interesse por si, visto ela não ser crítica. De qualquer modo, a redução de 13 dias na actividade 9, que se situa no caminho crítico, reduz o prazo final para

$$200 - 13 = 187 \text{ dias úteis}$$

ainda superior aos 155 dias fixados. Prosseguindo na pesquisa de possíveis reduções de prazo concluiu-se que também não eram possíveis reduções de prazo nas actividades 10 a 15. Todavia, em reunião com o sub-empreiteiro da instalação eléctrica, acordou-se na possibilidade de acelerar a actividade 16.

actividade 16 — instalação da rede eléctrica no 2.º andar, dentro das paredes . . . . . 3 dias

Deste modo podiam-se ganhar 5 dias, reduzindo o prazo final para 182 dias.

actividade 17'' — Instalação de aparelhagem sanitária, após a execução de 17' . . . . . 4 dias

Esta actividade 17'', que inclui a ligação das loiças à rede de esgoto, mantém-se na posição de 17 mas o prazo final vem efectivamente reduzido de 2 dias.

Portanto estamos já com 180 dias de prazo, quer dizer já conseguimos uma redução de 20 dias, ainda insuficiente.

No respeitante à actividade 18, que surge em seguida, no caminho crítico verificou-se a possibilidade de a desdobrar em duas, 18' e 18'', de duração superior aos 10 dias previstos para 18 mas deixando 18' de ser actividade crítica.

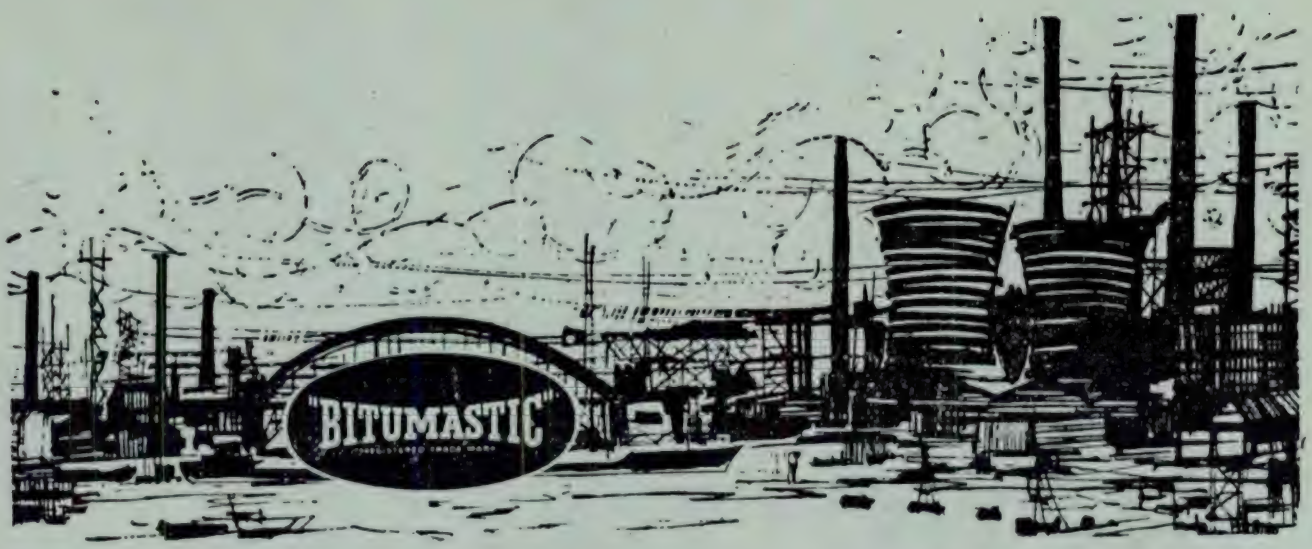
actividade 18' — Pavimentos de betonilha e ladrilho no r/c. e 1.º andar, não assentando roda-pés . . . 10 dias

Esta actividade pode ser iniciada a seguir a 13 antes de 18''.

TABELA 4

Tabela de actividades correspondentes ao 2.º Programa para a construção de um posto de manobra

ACTIVIDADES				Duração das actividades	Linha de referência dos eventos
Ref.ª	Designação	Imediatamente			
		Antecessoras	Sucessoras		
1	Construção de passagem provisória, para serviço	–	2	5	I
2	Instalação do estaleiro	1	5	6	II
3	Cálculo da estrutura. Planificação do trabalho	–	4	18	I
4	Aprovação da actividade 3	3	5	12	II
5	Movimento de terras. Execução das fundações, massames e alvenaria do r/c.	2,4	6	32	III
6	Estrutura e pavimentos do 1.º e 2.º andares. Alvenaria do 1.º andar	5	7', 8	15	IV
7	Endurecimento do betão e descofragem dos 1.º e 2.º andares	6	11	6	V
8	Alvenarias do 2.º andar. Betonagem do terraço	6	9', 10	10	V
9'	Endurecimento do betão do terraço e descofragem	8	12, 23	6	VI
10	Impermeabilização do terraço	8	14	7	VI
11	Caixilharia e portas metálicas no r/c. e 1.º andar	7'	13	4	VI
12	» » » » no 2.º andar	9'	16, 17', 27	3	VII
13	Reboco interior do r/c. e do 1.º andar	11	15, 18'. 21	12	VII
14	» » do 2.º andar	10, 16	17'', 19', 26	11	IX
15	Instalação eléctrica no r/c. e 1.º andar	13	22''	8	IX
16	» » no 2.º andar dentro das paredes	12	14	3	VIII
17'	Rede de águas	12	17''	2	VIII
17''	Instalação de aparelhagem sanitária	17'	18'', 19''	4	X
18'	Revestimento de pavimentos no r/c. e 1.º andar, sem roda-pés	13	17'', 19', 26	10	VIII
18''	Assentamento de roda-pés no r/c. e 1.º andar	17''	20	3	XI
19'	Pavimentos de betonilha e ladrilho no 2.º andar sem roda-pés	14, 17', 18'	20	6	X
19''	Assentamento de roda-pés no 2.º andar	17''	20	6	XI
20	Escadas	18'', 19', 19''	22''	10	XII
21	Instalação da caldeira de aquecimento	13	28	6	VIII
22'	Vidros e pinturas interiores (1.ª demão) no r/c. e 1.º andar	18'', 19', 19''	24	12	XII
22''	» » » » » no 2.º andar	15, 20, 23, 26, 27, 28	24	10	XIII
23	Redes exteriores de esgoto e ligação à fossa	9'	22''	6	VII
24	Pinturas interiores (2.ª demão)	22''	25	12	XIV
25	Linóleo em pavimentos	24	–	2	XV
26	Instalação eléctrica. Enfiamento de cabos	14	22''	3	X
27	Revestimentos exteriores. Prumadas de águas pluviais	12	22''	31	VIII
28	Instalação da rede de aquecimento e de irradiadores	21	22''	18	IX



TINTA

ANTI-CORROSIVA ESPECIAL

Para a pintura de:

DEPÓSITOS DE ÁGUA POTÁVEL E OUTROS
CALDEIRAS
MÁQUINAS
TURBINAS
ESTRUTURAS ABAIXO DOS PAVIMENTOS
ISOLAMENTOS DAS TUBAGENS
ESTRUTURAS METÁLICAS
MATERIAL CIRCULANTE
GUINDASTES
POSTES
PAVIMENTOS DE AÇO, FERRO, MADEIRA, TIJOLO, PEDRA E CIMENTO EXPOSTOS AO TEMPO, ETC.

GRANDE RESISTÊNCIA AO CALOR

REPRESENTANTE:

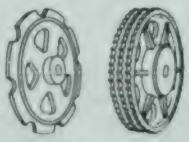
MENDES DE ALMEIDA

COMÉRCIO E INDÚSTRIA, S. A. R. L.

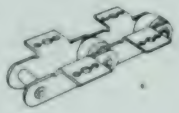
AV. 24 DE JULHO, 52 LISBOA-PORTUGAL TEL. 667710

Mais de 1000 produtos **RENOLD** da maior organização mundial no fabrico de correntes de precisão

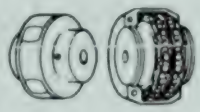
CORRENTES DE TRANSMISSÃO
De ¼" até 5" segundo as normas BS, DIN, AFNOR, ASA e API.



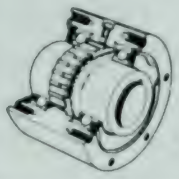
RODAS EM DEPOSITO
para uso com correntes RENOLD de transmissão e de transportadores.



CORRENTES NORMAIS PARA TRANSPORTADOR
com adaptações para todos os fins. Gama 1.360 kg (3.000 libras) a 38.560 kg (85.000 libras).



UNIÕES DE ACOPLAMENTO
por Corrente, Cruzeta de Borracha e Disco Flexível até 2.500 CV.



EMBRAIAGENS
para rotação livre, movimento divisor e sem retrocesso.

Para informações ou fornecimentos, escreva, visite ou telefone:

HARKER, SUMNER & Ca., Lda.

PORTO: **38, Rua de Ceuta, 48**
Apartado No. 162
Tel: 27054-P.P.C. (4 linhas)

LISBOA-2: **14, Largo do Corpo Santo, 18**
Tel: 324823-35124

RENOLD LIMITED · SALES DIVISION
MANCHESTER · ENGLAND

actividade 18'' — na posição de 18, assentamento de roda-pés . . . . . 3 dias

De maneira indicada há um ganho de 7 dias no prazo mas certamente com aumento das despesas. Notar sobretudo que o trabalho deste pessoal vai ficar desfazado no tempo.

A duração total dos trabalhos foi reduzida para 180 − 7 = 173 dias.

Procedendo para 19 de modo semelhante ao que se fez para 18 teremos duas novas actividades.

actividade 19' — a iniciar em seguida a 14 (para o trabalho dos ladrilhos), execução de pavimentos de betonilha e ladrilhos no 2.º andar, duração . . . . . 6 dias

actividade 19'' — assentamento de roda-pés no 2.º andar . . . . . 6 dias

Esta actividade 19'' recua, pode ficar paralela a 18'', de modo a 19' e 19'' se sobreporem em parte, com menor prejuízo do rendimento do pessoal e permitindo, ao mesmo tempo, encurtar o prazo. Com efeito, enquanto as actividades 18'' e 19 consumiam anteriormente 25 dias agora 19'' e 18'' podem executar-se em 6 dias, havendo portanto novo ganho de tempo, 9 dias, reduzindo-se o prazo final para 173 — 9 = 164 dias.

A actividade 22 pode, igualmente, ser desdobrada em duas,

actividade 22' — Vidros e pinturas interiores (1.ª demão) no r/c. e no 1.º andar, duração . . . . . 10 dias

Esta actividade pode iniciar-se mais cedo do que o previsto no 1.º programa, a seguir a 18''.

actividade 22'' — Vidros e pinturas interiores (1.ª demão) no 2.º andar, duração . . . . . 11 dias

Esta actividade situa-se na posição da anterior actividade 22. Sendo assim, no caminho crítico ganham-se 20 — 11 = 9 dias úteis e o prazo final desce para o desejado prazo de

164 — 9 = 155 dias,

o que já resolve o problema, e podemos fazer o novo desenho do diagrama PERT., fig. 9.

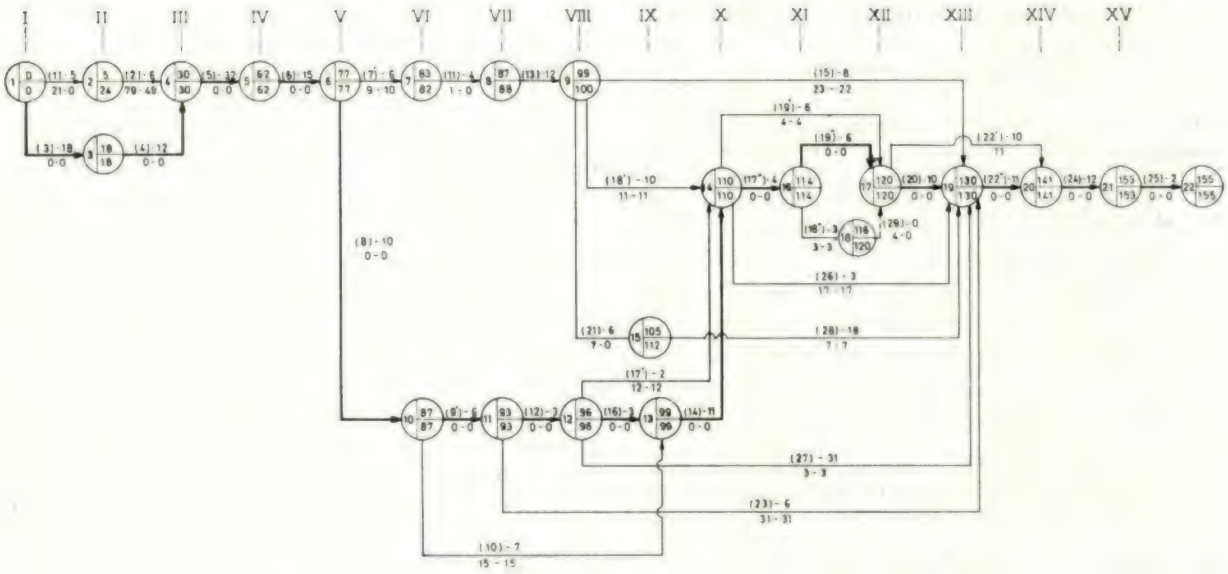


Fig. 9 — Diagrama Pert correspondente à 2.ª programação do projecto de construção de um pequeno edifício (Tabela 4)

2.3 — Utilização do computador

Referimos o procedimento no caso de cálculo manual, todavia, para programas com mais de 200 actividades isso deixa de ser prático, devendo recorrer-se a um computador.

O trabalho inicia-se pelo traçado do diagrama PERT e numeração dos nós, conforme referimos. Os elementos a fornecer ao computador são as actividades individualizadas pelos eventos antecessor e sucessor, bem como a respectiva duração; o computador fornece todas as indicações relativas a tempos mais cedo e mais tarde dos eventos, datas de início e conclusão das actividades e folgas destas, e assinala as actividades críticas.

Além da programação inicial, o computador pode ser utilizado em todo o controlo, dado que facilita o cálculo dos pontos críticos (atrasos em relação às datas programadas) e todo o trabalho de replanificação, sempre necessário no decorrer da execução das obras.

2.4 — Tipos de planeamento do tempo

Dissemos que no planeamento de trabalhos de construção o diagrama Gant é ainda hoje o mais utilizado, seja completado ou não com as inscrições, consideradas úteis, da técnica PERT. É também frequente, quando se adopte no estudo do planeamento o diagrama PERT, passar, no final, para um gráfico de barras, dadas as vantagens de leitura e de melhor compreensão que este último sugere.

Consideramos inútil estabelecer um despique entre os dois métodos de planeamento, ou entre os utilizadores de um e de outro método. Devemos recorrer àquele que mais vantagens apresentar, em cada caso, com uma única condição, a de fazer um trabalho sério, isto é, executado com o firme propósito de acertar e de tirar ensinamentos, em todas as circunstâncias. Na nossa exposição utilizaremos indistintamente qualquer dos dois métodos.

O que consideramos verdadeiramente importante é o reconhecimento do interesse do planeamento e da constatação de que existe, sem qualquer sombra de dúvida, a necessidade de planear todos os estudos e todas as obras. O planeador não deverá pretender coisas irrealizáveis, e terá que usar das maiores cautelas em relação aos responsáveis pelos diversos sectores, que podem ser postos em cheque pelo planeamento, não perdendo de vista que não tem valor um objectivo passivo ou policial, de encontrar culpados, o que verdadeiramente interessa é uma atitude mental activa, de procurar encontrar soluções. Só assim é que o planeamento terá possibilidade de ser útil, até porque não é possível planear sem o entusiasmo de todos, no que se contém o pleno acordo da equipa e a activa colaboração dos responsáveis directos pela execução.

Quanto ao grau de pormenorização, o planeamento pode ser de três tipos:

No *planeamento geral* ou de conjunto assinalam-se o início e a duração das actividades correspondentes às partes mais características do projecto, com um grau de pormenorização semelhante ao indicado na fig. 10, para um bloco de apartamentos de oito pisos, constituído por cave, diferente dos restantes pisos, e r/c. e 6 andares, iguais entre si. Este tipo de planeamento é o que interessa à direcção da Empresa, ou ao dono da obra.

De acordo com o exemplo apresentado, o movimento de terras será executado em duas semanas; as fundações, paredes exteriores e tecto da cave em três meses e meio; a estrutura de cada andar, em 20 dias úteis. As paredes de tijolo divisórias da cave serão executadas em 2 meses, iniciando simultâneamente as paredes dos andares. Por hipótese as paredes e instalações técnicas são mais complexas na cave, onde a respectiva execução é mais demorada, processando-se, nos andares, ao mesmo ritmo de 2 semanas por andar, e assim sucessivamente.

No *planeamento semi-pormenorizado* já se indica o início e a duração de cada actividade pormenorizadamente, incluindo cofragens e armaduras, betonagens, alvenarias de tijolo, rebocos, instalações sanitárias, etc., por cada andar, no conjunto de um bloco de edifícios iguais. É o exemplo da fig. 11 referente à construção da estrutura de um bloco de edifícios de 5 pisos, sem separação de apartamentos.

Convém, nesta hipótese, fazer anotações, sobre o plano, de elementos que interesse conhecer, como volume (m^3) de betão a colocar em obra, área (m^2) de parede de tijolo a executar, composição das equipas que realizam as diversas actividades (número de operários de cada especialidade), etc.

(Continua)

C. D. U. 577.15/16 : 543.9

«SOME TOPICS IN BIOLOGICAL INORGANIC CHEMISTRY»*

given by R. D. GILLARD, B. A., B. Sc. Ph. D., D. I. C., A. R. I. C.

Reader in Chemistry, The University of Kent at Canterbury, England·
Director Medical Research Council Research Group on Biological Inorganic Chemistry.

RESUMO

No presente artigo o autor trata de um assunto que se encontra em rápido desenvolvimento — «Bioquímica Inorgânica». Sumarizam-se certos aspectos neste campo e indicam-se as áreas onde se podem esperar modificações.

SYNOPSIS

In the present article a subject that is undergoing rapid devolopment – «Biological Inorganic chemestry» — — is dealt with. The auther summarizes certains aspects of the field, aud indicates areas where changes can be expected.

INTRODUCTION

This course of lectures refers to a subject which is undergoing a rapid development. The experimental work on metal ions in biological systems is not easy, and the conclusions which can be drawn from the results available are preliminary, and often not very detailed. However, this situation will change, and it is my intention during these lectures to summarize certain aspects of the field, and to indicate areas where changes may be expected. The emphasis will throughout be on the involvement of metal ions at the molecular level.

The plan of the course will be as follows:

I shall give first a few examples of the importonce of metal ions in biology. In the second lecture, I shall give some definitions of simple biochemical terms and describe in some detail the kinds of ligands that are available in biochemical reactions. The particular requirements of certain kinds of reactions for metal ions (specificity) will then be pointed out.

I shall then outline the reasons for studying «model systems», in particular, their chemical and optical specificities. This will necessitate a short treatment of metal ion catalysis of reactions of organic molecules and of optical activity.

Specific types of biochemical reactions will then be considered in detail, including the reactions of α-amino-acids catalysed by pyridoxal-enzymes, and the hydrolytic reactions of peptides, catalysed by peptidases which require metal ion cofactors.

1. METAL IONS IN BIOLOGY

There are a host of phenomena which are associated with the presence of metal ions in biological systems of complexity ranging from mammals to micro-organisms, from green plants to viruses.

In human beings, for example, there is a dietary requirement for certain «trace metals». These include iron, cobalt, and copper, and the conditions caused by a deficiency or a surplus of these metals provide strong evidence for their importance.

For example, the condition known as «pernicious anaemia» is related to a dificiency in vitamin B_{12}. Vitamine B_{12} is now known to be a very complicated molecule containing one cobalt atom; it is, in fact, a coordination compound of cobalt (III), in which five of the six coordination positions are occupied by nitrogen ligands, and the sixth by a carbon atom, bonded directly to the cobalt, (Fig. 1).

Iron is a very important metal in the human metabolism. It provides the central ion of the coordination compound, hemoglobin, which is the respiratory protein of human beings (many

* A Course of Six Lectures at the Instituto Superior Técnico, Lisboa, under the auspices of the Commissão de Estudos de Energia Nuclear

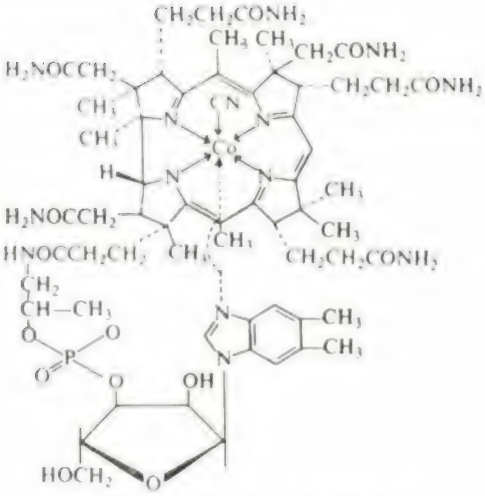


Fig. 1 a — Structure of vitamin B_{12}

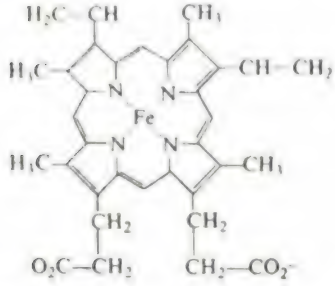


Fig. 1 b — Ferroprotoporphyrin (prosthetic group of hemoglobin)

mammals have similar heme proteins). Hemoglobin combines reversibly with oxygen from the air. The observation that the magnetic moment of the hemoglobin falls during oxygenation was one of the earlier contributions of the inorganic chemists to biochemistry.

$H_2O.\,\text{Hemoglobin} + O_2 \rightleftharpoons O_2.\,\text{Hemoglobin} + H_2O.$

The oxygen thus taken in eventually performs oxidations, giving rise to the energy which we require. As a very simple example of a well-known reaction in coordination chemistry, consider the combination of iron with carbon monoxide. In the simplest case this will give iron pentacarbonyl

$$Fe + 5\ CO \longrightarrow Fe(CO)_5$$

In certain other cases, the carbon monoxide will combine with iron complexed with other ligands, such as cysteine

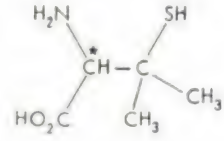
$$[Fe(HS\text{-}CH_2 - CH(COO)NH_2)_2] + 2\,CO \longrightarrow$$
$$\longrightarrow [Fe(cyst)_2(CO)_2].$$

With hemoglobin, carbon monoxide will occupy the position normally occupied by oxygen;

$$H_2O.\ \text{Hemoglobin} + CO \rightleftharpoons [\text{Hemoglobin CO}] + H_2O$$

The equilibrium constant for this reaction is greater than that for oxygen uptake, so that carbon monoxide will prevent the normal process of respiration, and so is poisonous. Warburg, the great German biochemist, used the inhibition of enzymic reactions by carbon monoxide as an indication that iron was involved at an active site.

Copper is involved in a number of enzymes in human beings-it is commonly transported in blood as ceruloplasmin, a beautiful blue compound which can be isolated from human plasma. The condition known as Wilson's disease (hepatolenticular degeneration) arises from a defect in ceruloplasmin synthesis, genetically transmitted, and gives rise to deposits of copper in liver and brain. The most effective treatment at present for Wilsons's disease is through chelating agents which remove the excess copper. The agent most commonly used is penicillamine, shown as (I). This has an asymmetric carbon atom, so that it can exist in D and L forms. Perhaps the most intriguing feature of biochemical systems is that they show stereospecificity, and as an example of this I would like to quote the facte that while



I

Wilson's disease responds to treatment with D-penicillamine, the L-enantiomer, is quite useless. I shall have more to say about stereospecificity later.

Clearly, a deficiency of copper is harmful. Equally, a surplus is harmful; when ingested, copper salts will rapidly (by virtude of their kinetic lability) combine strongly (by virtue of their class (b) character) with sulphur atoms in proteins and other biopolymers, blocking their

function. Thus heavy metals (class b) are in general toxic, e. g. thallium, mercury and lead.

It would be possible to give many other examples of the role of metal ions in human beings, but let us now look at other living species. The effect of deficiencies of metals in certain soils is well known, and has been of great economic importance in agricultural areas. Many abnormal conditions of sheep, cattle and pigs may be reversed by dosing their feed stocks or their pasture land with salts of particular metals (e. g. cobalt, molybdenum, copper, zinc).

The breathing processes of aerobic creatures are commonly initiated by oxygen uptake by a metal protein. It is remarkable that the metal varies from iron in humans and horses, to copper in the hemocyanin of crabs (this is another blue protein and accounts for the colour of the blood of freshly-killed crabs). Among aquatic creatures, the metal of the respiratory pigment may be, for example, iron (in the hemerythrin of *golfingia elongata*) or vanadium (in the vanadin of *phallusia mamillata*). The nature of the binding site which enables this organism to select vanadium from sea water is obviously a masterpiece of refined design of ligand, and presents a challenge to the analytical chemist of a serious kind.

For the biologically «simple» monocellular organisms, the bacteria, the requirement for metal ions is evident in many ways. In culture media, designed to support bacterial growth in the laboratory, in addition to the obvious nutritional requirements (a carbon source, a nitrogen source, phosphate, sulphur) it is customary to add Herbert's solution, which contains all the trace metals at low concentration. For certain bacteria, growth factors have been isolated which are in fact tris-hydroxamic acid complexes of iron (e. g. ferrichrome, mycobactin). When these are freed of iron, they become biologically acceptable iron-sequestering agents, and are highly successful antibiotics. A similar explanation underlies the use of 8-hydroxyquinoline as a bactericidal agent-it complexes iron, preventing its normal function in enzymes which catalyse the processes of bacterial metabolism.

The role of iron in bacterial growth is not of course fully understood. However, in the anaerobic bacteria, such as *Clostridia*, or *methanobacter omelianskii*, it is known that the process ot nitrogen fixation requires a non-heme iron protein called ferredoxin, which has a redox potential about that of the hydrogen electrode in water ($E^0 \sim -400$ m v).

Ferredoxins occur also in green plants, where again, they have a function as electron acceptors, this time during the early stages of photosynthesis, whereby light energy is used to synthesize carbohydrates from carbon dioxide and water. Finally, since we have arrived among the flowering plants, I should like to mention that it has long been customary in English gardens to row hydrangeas. These are most commonly pink, but may be encouraged to become blue by burying a piece or iron among the roots (my father always used a rusty key). When I was at school, this was explained as a pH effect (through reactions of the type

$$[Fe(H_2O)_6]^{3+} \rightleftharpoons [Fe(H_2O)_5(OH)]^{2+} + H^+$$

However, Bayer recently suggested that the striking colour change of the anthocyanins of the hydrangea arose from alkaline earth metal complexes.

We have ranged from antibiotics to the colour of flowers, from vanadium concentration from sea water by a «small but efficient chemical factory» to some distressing illnesses. I hope that as a result, you will feel convinced that metals are important in the wonderful world about us, and that the study of biological inorganic chemistry is worthwhile.

2. ENZYMES

Chemical reactions will occur if the free energy change is negative. This statement tells us nothing about the rate at which reactions occur. The rate for the reaction is controlled by other factors relating to mechanism as well as the position of equilibrium. In many cases, a catalyst may be found which will cause an apparent increase in the rate of a reaction. For example, though the decomposition of hydrogen peroxide according to the scheme

$$2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + O_2$$

is thermodynamically favoured at room temperature, its spontaneous decomposition is extremely

slow. The activation energy is high (E_{act} *ca* 24 kcal mole). Charcoal is a catalyst E_{act} ~ 15 kcal/ /mole), transition metal ions are often catalysts (e. g. for Co^{2+} E_{act} ~ 10 kcal/mole), a platinum surface is a catalyst (platinum black, E_{act} ~ 5 kcal/mole). An enzyme is a catalyst which will affect the rate of a biochemical reaction, and for the enzyme which catalyses the decomposition of hydrogen peroxide, E_{act} ~ 2 kcal/mole. This enzyme is called catalase; it contains a heme--iron unit, similar to that in hemoglobin. The first important point about enzymes is their remarkable efficiency. The second important point is their chemical nature. All enzymes are proteins. Proteins are polypeptides, made by the linkage of α-amino acid molecules of the tipe shown

$$H_2N - CHR' - COOH + H_2N\ CHR''\ COOH$$
$$\downarrow$$
$$H_2N - CHR - CO - NH - CHR''\ COOH \qquad \text{Dipeptide}$$
$$\downarrow$$
$$H_2NCHR'CONHCHR''CONHCHR'''CONHCHR''''COOH \qquad \text{Tetrapeptide}$$
$$\downarrow$$
$$H_2N\ (CHR^a\ CONHCHR^b)_nCOOH \qquad \text{Polypeptide}$$

Since there are over 20 natural α-amino-acids, and all except glycine are resolvable (i. e. exist in D or L forms), there are over 1,600 possible dipeptides (though α-amino-acids of the D configuration are rather uncommon in natural system, except in certain bacterial cell-walls).

This brings us to the third point about enzymes; their specificity. Clearly, since even the smallest enzymes have some 50 amino-acid residues, the possible variations in substituents and properties are legion. The amino-acids, $H_2N\ CHR\ CO_2H$ may be divided into four classes

a) Non-polar — e. g. $R = H$, glycine; $= CH_3$, alanine; $= CH\ (CH_3)_2$, valine; $= CH_2C_6H_5$ phenylalanine

b) Acidic — $R = CH_2 - CH_2 . CO_2H$, glntamic acid; $= CH_2CO_2H$, aspartic acid

c) Basic — $R = (CH_2)_4NH_2$, lysine; $= CH_2CONH_2$, asparagine

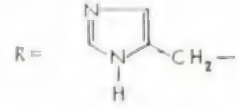
d) Sulphur containing — $R = CH_2SH$, cysteine; $= CH_2\ CH_2\ SCH_3$, methionine.

The structure of individual proteins in solution will depend on the varying interections between the side chains, and an active field of effort is concerned with attempting to establish by the methods of biophysics, the detailed shapes of protein molecules.

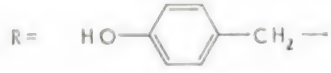
An enzyme is commonly made up of the protein part (called the apo-enzyme) and the so--called cofactor, or prosthetic group. These cofactors are the molecules or ions required to function at full efficiency, and may range from pyridoxal phosphate (see below) to simple metal ions. Let us consider the sites available for attaching metal ions to apo-enzymes, giving the working enzyme. This will have a metal ion attached to specific groups in the apoenzyme, with a specific shape dictated by the R groups of the neighbouring amino-acids.

The metal ion may be attached

a) to peptide links (CONH) through O or N (but probably not both for the same peptide link, since this would give a four-membered chelate ring of unfavourable geometry),
b) to either the terminal NH_2 or the terminal COO^- or the enzyme, or both (if the protein conformation permits it),
c) to acidic side chains R (aspartate, glutamate)
d) to basic side chains R (lysine, asparagine),
e) to basic aromatic substituents R (the imidazole ring of histidine, where

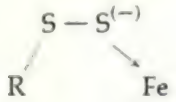


f) to hydroxyl groups of side chains (serine, where $R = CH_2\ OH$, threonine/allothreonine, where $R = CH\ (CH_3)\ OH$,
g) to phenolic oxygen (in hydroxyphenylalanine-tyrosine),



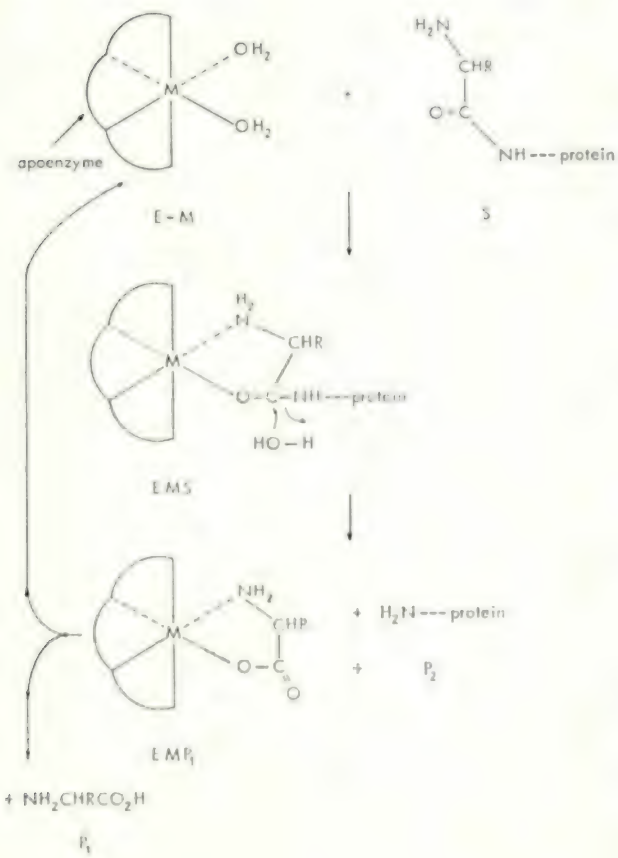
h) to sulphur atoms in side chains (cysteine, methionine),

i) by special means, such as the persulphide link thought to occur in bacterial ferredoxin



It is important to note that, depending on pH, the metal may be bonded to *either* NH or N^- of peptide, OH or O^- of serine, tyrosine etc.

One of the major fields of activity in enzyme chemistry is the attempt to form a description of the active site. This is the site at which the substrate is bound, in the scheme S + E-M ⟶ E-M-S ⟶ E-M + P (where S is the substrate, E the enzyme, M the metal, and P the products). For most reactions of metal enzymes, it may be assumed that at least one, and probably two sites on the metal are to be occupied by the substrate, so that by chelation it may be activated for the reaction to occur. That is, a typical description (actually for leucine amino-peptidase)

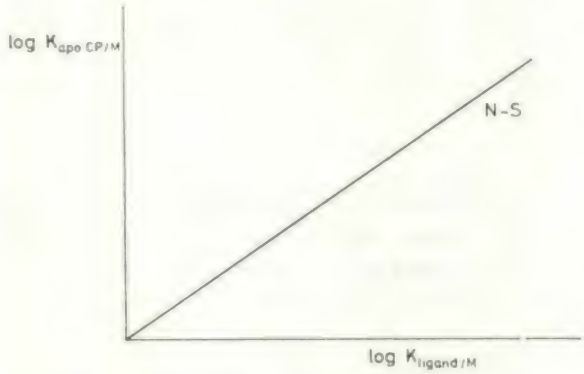


that might be given of many metal-enzyme reactions is shown as above.

Methods of evaluating and commenting on active sites for metal enzymes are still largely chemical, though a number of new methods like the study of nuclear magnetic resonance relaxation times are becoming available. More typically, as in the case of carboxypeptidase (a zinc-enzyme) the ingenious work of Vallee ([2]) was as follows:

$$\text{Apo CP}-Zn^{2+} \rightleftharpoons \text{Apo CP} + Zn^{2+} \overset{M^{2+}}{\rightleftharpoons} \text{Apo CP}\,M^{2+}$$

Equilibrium constants ($K_{apo\ CP/n}$) were established for the 1 : 1 binding of M^{2+} to apocarboxypeptidase, and the results were plotted in the form shown below:



That is, the results for carboxypeptidase were closely similar only to those for ligands bonded through N and S. This led to the suggestion that the active site of carboxypeptidase contained a zinc ion tetrahedrally surrounded by two N — S ligands.

A most ingenious experiment, again due to Vallee, used optical rotatory dispersion as a probe of binding. When carboxypeptidase was treated with the symmetrical bidentate chelator, *ortho* (1 : 10) phenanthroline, o-phen, the absorption bands of the phenanthroline became optically active, showing that in the 1 : 1 complex ApoCP--Zn-o-phen, the phenanthroline resides in a ghly hiasymmetric environment.

In further studies of this kind, if it were known that a cysteine was involved in bonding a metal ion, M, then one way of establishing this would be to remove the metal, and treat the apo-enzyme so obtained with a sulphydryl reagent (e. g. a mercurial compound, or iodo-acetic acid). This should make the sulphur inaccessible to the

metal ion, M, and on reconstitution, the original enzyme would not be obtained. Clearly, much remains to be done in work of this kind; chemical studies in conjuction with the newer physico-chemical means of establishing structures and stereochemistries, will undoubtedly yield more and more information in this intriguing field of research.

3. SPECIFICITY AND METAL FUNCTION

From general inorganic principles, it is possible to see which metals are most likely to serve particular functions in enzymic environments. For this purpose, I shall divide the metals in the Periodic Table into a number of classes, primarily on the basis of the Chatt and Ahrland (a) or (b) character. It will be remembered that for class (a) metals, binding energies are in the order $N > P$, $O > S$, $F > Cl$, whereas for class (b), $P > N$, $S > O$, $Cl^- > F^-$.

Class (a)

i) Alkali metals are primarily concerned with membrane equilibria.
ii) The alkaline earth metals calcium and magnesium are primarily involved in hydrolytic enzymes, relating to the hydrolysis of peptides, of phosphate bonds (remember that the cleavage of the energy rich phosphate bond in adenosine triphosphate (ATP) forming adenosine disphosphate (ADP) and inorganic phosphate Fig. 2, is one of the most important reactions in biochemistry) and of sugars

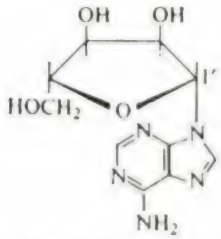


Fig. 2a — Adenosine

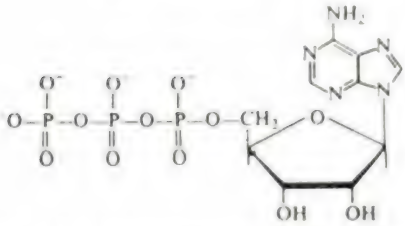


Fig. 2b — Adenosine triphosphate (ATT)

iii) Manganese is quite often involved in the hydrolytic enzymes. It is noteworthy that, of the transition metals, manganese is (in its divalent state) most similar to magnesium.

Class (b)

i) Transition metals of the first row, notably iron and copper, are involved in redox processes (including combination with molecular oxygen, for which there are many simple models in coordination chemistry).
ii) Cobalt in Vitamin B_{12} is in the kinetically inert d^6 configuration, and serves as a template for metal-carbon reactions. It is fascinating that Professor D. Hodgkin was able to demonstrate by X-ray crystallography that vitamin B_{12} is in fact an organometallic compound with a carbon--cobalt bond. Here is one of the areas where biochemistry has stimulated a great deal of work on model systems, and a large number of carbon-cobalt bonds have now been produced in simple model compounds, such as the bisdimethylglyoximatocobalt (III) series.
iii) Zinc is involved in a number of dehydrogenase enzymes (such as alcohol dehydrogenase) where it presumably functions as a template.
iv Molybdenum is involved in a number of redox reactions where it probably has «non-innocent» behaviour (3).

The type of function that is served by metal ions then is reminiscent of their general chemistry. For example, the involvement of magnesium with phosphate hydrolyses is not surprising when we recall the high affinity of magnesium for phosphate ions.

4. «MODEL SYSTEMS»

Complexes of simple biological ligands with metal ions are studied for a number of reasons. In order to try to understand the electronic and stereochemical factors underlying the activation of substrates by metal ions, there are two features of specificity which have been particularly studied. These are the chemical specificity (i. e. the fact that one kind of reaction of one substrate is catalysed, but not the similar reaction of other substrates, nor other reactions of the

same substrate) and the optical specificity (the fact that a particular enzyme will catalyse a particular reaction of one enantiomer of a substrate, but not of the other enantiomer). In order of simplicity, the factors studied have been (a) the nature of the bonding (b) stereoselectivity (c) the detailed reactivity. I shall consider here only the complexes of α-amino-acids and of dipeptides, though much work has also been done on nucleic acids, polysaccharides, and other ligands.

a) *Nature of bonding.* When solutions of α-amino--acids (αH) and metal ions (M^{2+}) are mixed, then the possible e equilibria are complicated

$$H\alpha \rightleftharpoons H^+ + \alpha^-$$

$$M^{2+} + \alpha^- \rightleftharpoons [M(\alpha)]^+$$

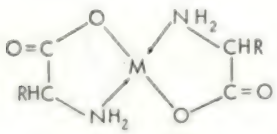
$$[M\alpha]^+ + \alpha^- \rightleftharpoons [M(\alpha)_2]\ (Cis)$$

$$\rightleftharpoons [M(\alpha)_2]\ (trans)$$

Each equilibrium constant may be measured, and most results are available for β_2 (i. e.).

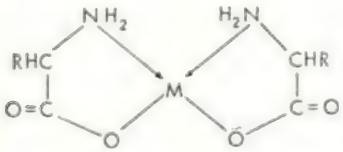
$$K = \frac{[M\alpha_2]}{[M][\alpha]^2}$$

The results for the first transition row agree with the Irving-Williams series (Mn > Fe > > Co > Ni > Cu > Zn). The structure of the species isolated as solids is fairly well known (A)



(A)

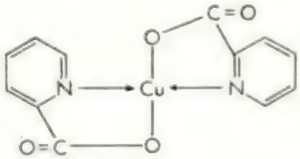
However, there is the complication that the second *(cis)* isomer B may also exist



(B)

Indeed, in the mother liquor from the preparation of A (R = CH_3 ; L ; M = Cu^{2+}), as Cambridge blue crystals, we found that there was a slow transformation of A to B. This showed up as a change from the light blue plates to Oxford blue cubes (4) (5) (6).

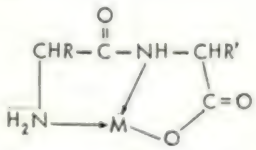
The dangers of argument by analogy may be illustrated here. We hade two forms of [Cu (L ala)$_2$], the darker blue form *cis* and the lighter blue form *trans* in structure. In the old literature, there was a report that bis-picolinato-copper (II) dihydrate (C) crystallized in two forms,



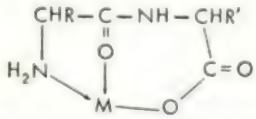
$\cdot 2H_2O$ (C)

one light blue plates and known to be *trans*, the other forming from it in darker blue crystals. This latter is not however the *cis*-isomer: X-ray single crystal data show that both forms have one molecule per unit cell, and both unit cells are centrosymmetric (i. e. the copper ions are at centres of symmetry and the complexes are both trans). The only difference between them is a slight readjustment of the packing of crystal water in the lattice.

When dipeptides are considered as ligands, the main problem is the location of the binding sites, particularly from the peptide link. All studies of stability constants had agreed that the bonding was most likely as in (1) rather than in (2).



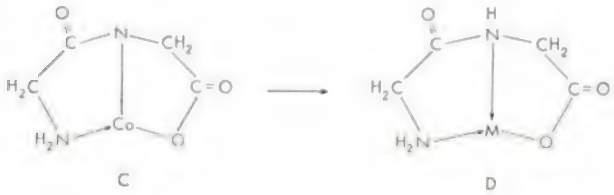
(1)



(2)

A very direct proof of this was obtained by studies of the dipeptide complexes of cobalt (III). By reacting glycylglycine (H_2glygly) under neutral conditions with either cobalt (II) salts in the presence of air, or with cobalt (III) complexes, it was possible to crystallize as the major product salts of the type $(NH_4)[Co(glygly)_2]2H_2O$. The compound was diamagnetic (i. e. contains cobalt (III) in the d^6 spin-paired configuration), and a 1:1 electrolyte. The cobalt complex (which is purple) moved to the anode in electrophoresis, so is an anion, ammonia is liberated instantly on treatment with base, and finally the formulation

was completely established by a single crystal X-ray analysis which showed that each glycylglycine was attached at three sites as in (C) corresponding to (1) above



This established the nature of the peptide bindig site. Perhaps even more important, the cobalt complex is a purple anion at pH > 3, but a red cation at pH < 2. Eventually, this was shown to arise from the reversible protonation C⟶D.(7) Thus, by binding to a trivalent cobalt ion, the pK of the peptidic nitrogen group is lowered from *ca* 12 to 2.8. This is typical of the effects that can be produced by metal ions in activating or modifying the properties of ligands.

b. *Stereoselectivity.*

The equilibria outlined for the *bis*-amino-acid complexes included the broad statement

$$[M\alpha]^+ + \alpha^- \rightleftarrows [M(\alpha)_2] \text{ (cis and trans)}$$

This must be expanded in dealing with any amino-acid other than glycine. The true situation is as follows:

for optically pure ligand:

$$[M(L\alpha)]^+ + L\alpha \rightleftarrows [M(L\alpha)_2] \text{ (cis and trans)}$$

for racemic ligand:

$$M \overset{+D\alpha}{\rightleftarrows} [M(D\alpha)] \begin{array}{l} + L\alpha \rightleftarrows [M(L\alpha)_2] \quad X \\ + D\alpha \rightleftarrows [M(L\alpha)(D\alpha)] \text{ Diast X} \end{array}$$

$$|||$$

$$M \overset{+L\alpha}{\rightleftarrows} [M(L\alpha)] \begin{array}{l} + L\alpha \rightleftarrows [M(D\alpha)(L\alpha)] \text{ Diast X} \\ + D\alpha \rightleftarrows [M(D\alpha)_2] \quad EX \end{array}$$

Using the labelling E(X) to mean the enantiomer of X, and Diast (X) to refer to the diastereoisomer of X, then we have the scheme given above.

The question arises: is the formation constant for Diast X the same as that for X? To phrase this in a different way, does the presence of asymmetry in an intermediate complex such as $[M(L\alpha)]^+$ produce a preference for the second ligand added to be of one particular configuration? For the $[M\alpha_2]$ case, the answer is no, but for the case of copper (II) tartrate, the properties of X and Diast X are entirely different (in that case X is $[Cu_2(+T)_2]$ and Diast X is $[Cu^2(+T)(-T)]$).

This comment on stereoselectivity raises a further point relating to «mixed» stability constrnts. This concerns the used of buffers in studying metal-enzyme systems. Most buffers are potential complexing agents; for example, the very commonly employed «tris» – formula F

$$N \begin{cases} CH_2CH_2OH \\ CH_2CH_2OH \\ CH_2CH_2OH \end{cases} \qquad (F)$$

We can write in simple terms for the situation where we have a ligand L (which may be an apo-enzyme) a buffer B (e. g. tris) and a metal ion;

$$M + L \rightleftarrows ML \qquad K_{ML}$$
$$M + B \rightleftarrows MB \qquad K_{MB}$$

Now, in the few cases where K_{MB} has been measured directly, it has been found to be extremely small (e. g. for Mn^{2+} and tris, $K_{MB} \sim 2-3$). Since K_{ML} is usually $\sim 10^{10}$, the effect of K_{MB} is apparently negligible. However, this is not necessarily so, as we see if we include the cross term, as shown below:

$$B + L \rightleftarrows BL \qquad K_{BL}$$
$$M + BL \rightleftarrows MBL \qquad K_{M(BL)}$$

Normally, it would be said that

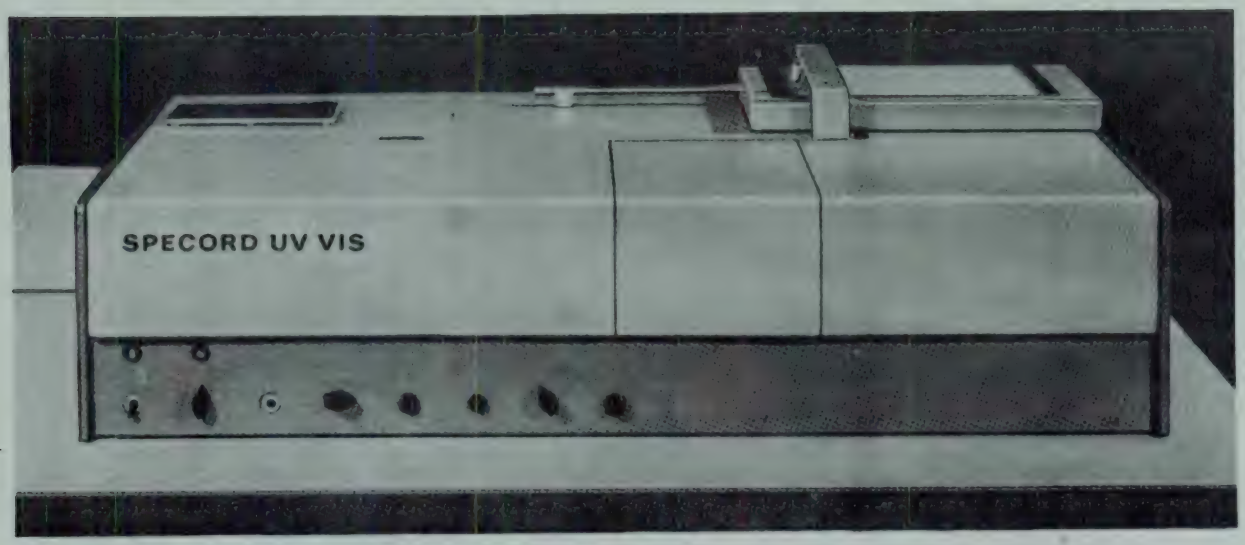
$$K_{M(BL)} = K_{ML} \cdot K_{MB}$$

and since $K_{MB} << K_{ML}$, then $K_{M(BL)} << K_{ML}$ also. However, if there is some reason why $K_{M(BL)}$ is abnormally large, then it may be that the buffer is important in determining species present at equilibrium. It will be noticed that this is exactly the situation which occurs in the inhibition of enzymes where instead of buffer, one has an inhibitor. The fact that many reactions of metal enzymes are slower in the presence of certain buffers may be attributed to the formation of enzyme-metal-buffer complexes of high stabilitty.

SPECORD UV VIS

Espectrofotómetro automático registador de duplo feixe para a zona dos ultravioletas e visível, de VEB CARL ZEISS DE JENA.

Meio indispensável para os químicos, biólogos e médicos, nas medições de extinção e transmitância de amostras sólidas, fluidas e vaporosas.



Automatismo

Uma análise requere 3 manipulações:
INTRODUZIR A AMOSTRA—COLOCAR O PAPEL DE REGISTO—PREMIR O BOTÃO DE FUNCIONAMENTO.

Diversidade de Utilização

GAMA DOS 54.000 a 12.500 cm^{-1} ($\simeq$ 185 nm a 800 nm)
4 velocidades de registo 2.2 a 22 minutos por folha
4 escalas de comprimento de onda
2 representações de ordenadas para medidas lineares da extinção e transmitância em 4 escalas diferentes.

Precisão

Reproducibilidade do comprimento de onda $\pm$ 20 cm^{-1}
Largura de banda espectral a 17.000 cm^{-1} ($\simeq$ 585 nm) $<$ 30 cm^{-1} ($<$ 1 nm)
Iluminações estranhas a 50.000 cm^{-1} $<$ 1%

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS:

CENTRO TÉCNICO HOSPITALAR S.A.R.L.
DIVISÃO ZEISS: TELEF. 778166/7
AV. DA REPÚBLICA, 84 LISBOA 1

HIDREL

TÉCNICA DE HIDRÁULICA
E DE ELECTRICIDADE, LDA.

Grupos moto e electro-bomba
Grupos electro-bomba submersíveis
Grupos de eixo vertical «JOHNSTON»
Contadores para líquidos «LANGE»
Aparelhagem de medida «METRIMPEX»
Motores Eléctricos
Hidro-injectores
Válvulas e torneiras
Manómetros e Vacuómetros «HAENNI»
Rega por aspersão

ASSISTÊNCIA TÉCNICA

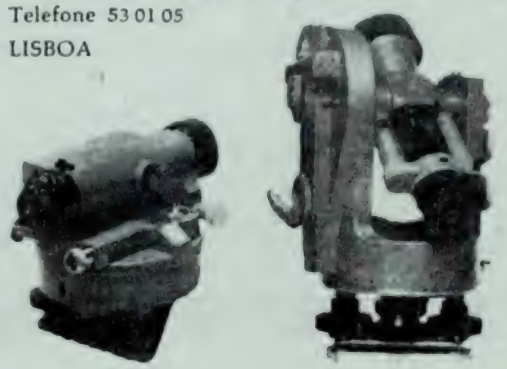
Rua do Alecrim, 47-A-B — Rua do Lumiar, 113
Telefs. 32 57 00 - 3 59 66 LISBOA Telef. 79 03 55

Miller
Níveis e Teodolitos

Os melhores preços do mercado
Assistência Técnica Garantida

Representante exclusivo:

Nucleon - Equipamentos de Precisão, Lda.
Av. António Augusto de Aguiar, 165, r/c - Dto.
Telefone 53 01 05
LISBOA

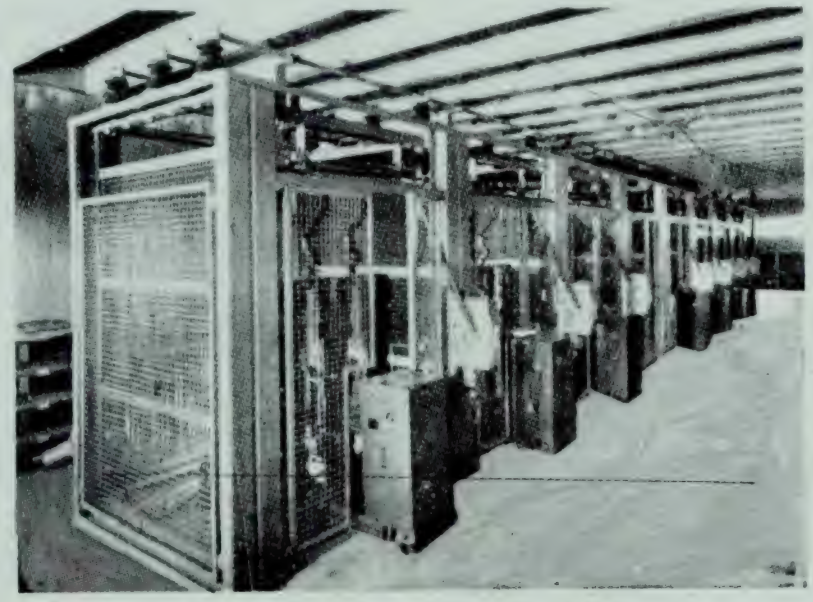


ISOLUX L.DA

ESTUDOS E INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Porto
R. de Sá da Bandeira, 651 - 4º
Tel. 2 70 13

Lisboa
L. Campo Pequeno, 21 - 4º Esq.
Tel. 760964



CELAS ABERTAS DE ALTA TENSÃO

Projectos e instalações eléctricas de:

Centrais
Subestações
Postos de Transformação
Fábricas
Edifícios públicos
Blocos residenciais

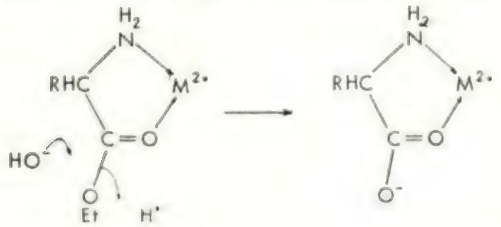
c. *Reactivity.*

The rate at which a reaction occurs when catalysed by an enzyme is a complicated function of many variables. Here, I shall give a few examples of activation by metal ions, concentrating on those where the origin of the changed reaction rate is clear at least in qualitative terms.

First, consider the hydrolysis of α-amino-acid esters;

$$H_2N - CHR - CO_2\,Et \xrightarrow{H_2O} H_2NCHRCO_2 + EtOH$$

This is catalysed by divalent metal ions, their effect on the rate constant falling in the order $Cu^{2+} > Ni^{2+} > Co^{2+} > Fe^{2+} > Mn^{2+}$. This is part of the well-known Irving-Williams order of stability constants, and strongly suggests that the active intermediate is a chelated species.

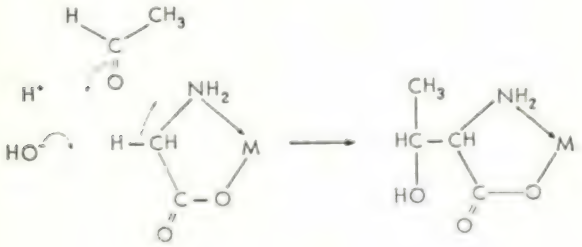


Secondly, consider the synthesis of amino-acids such as serine or threonine from aldehydes and glycine. This is catalysed in metal complexes, e. g.

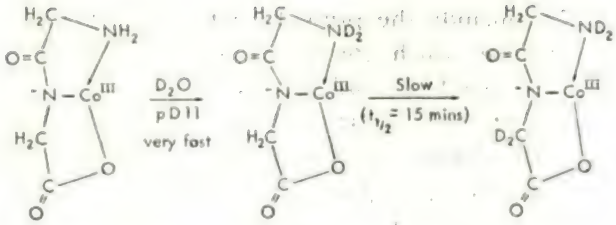
$$2\ HCHO + [Cu\ (Gly)_2] \longrightarrow [Cu\ (ser)_2]$$

$$HCHO + [Coen_2gly]^{2+} \longrightarrow [Coen_2\ (ser)]^{2+}$$

This formation of a new carbon-carbon bond occurs through the activation of the methylene group in the chelate ring.



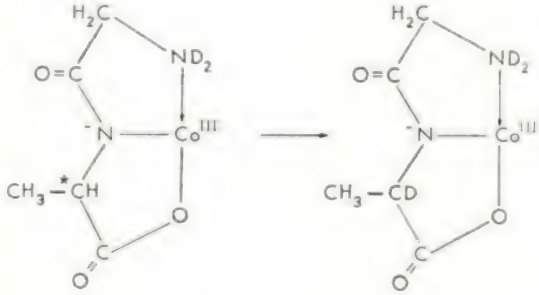
As a final example of the possibilities inherent in model systems for the chemical and optical specificity of enzymic reactions catalysed by metals, consider the following. In the complex $[Co\ (glygly)_2]^-$, only the C—terminal methylene group is activated to exchange, as shown diagrammatically.



The exchange is of course demonstrated by measuring the nuclear magnetic resonance spectrum in heavy water. We thus have a chemical specificity, in that only one methylene group of the two in glycylglycine is activated.

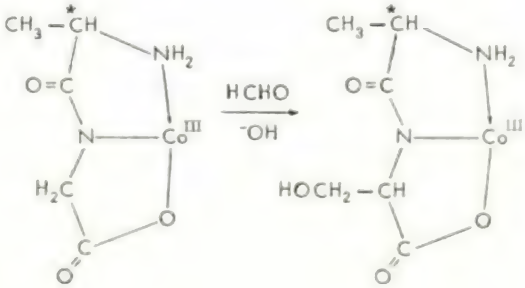
Now, if we use an asymmetric dipeptide, such as L-alanylglycine or L glycylalanine, we might obtain the diastereoisomers L $[Co\ (L\ dipeptide)_2]^-$ and D $[Co\ (L\ dipeptide)_2]^-$. However, only one of the two possible products forms, i. e. we have a stereospecific formation of L$[Co\ (L\ dipeptide)_2]^-$.

The exchange at the activated C—terminal carbon is now stereospecific, that is, during the exchange shown, the



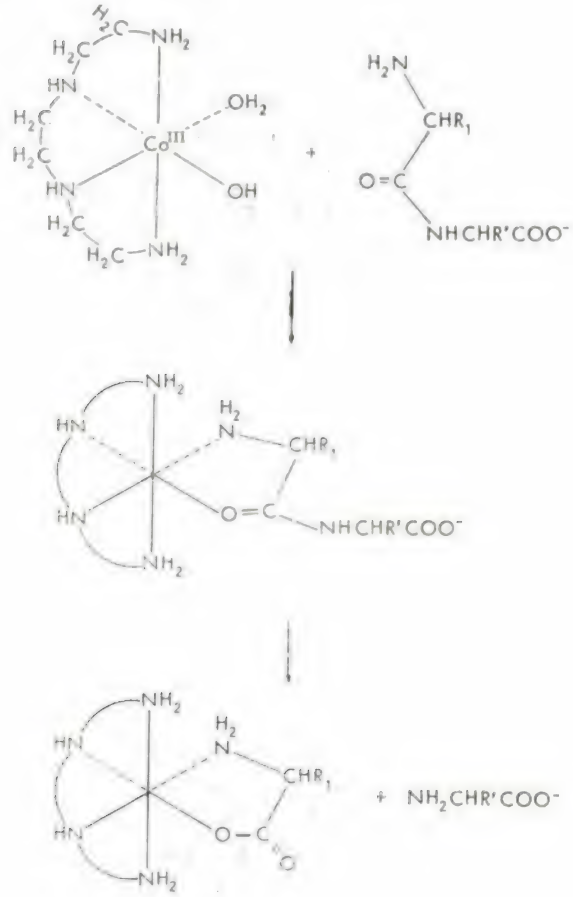
configuration of the asymmetric carbon atom is retained, because the whole complex is held in one stereospecific conformation.

The extensions of such observations are clear. For example, since we have stereospecific activation of one carbon atom only, the following reaction (which certainly occurs) should give complete stereospecificity in the serine formed.



To conclude the present topic I will comment on a case which constitutes a clear illustration of what has been said before.

I mentioned earlier that the metal activated enzyme leucine amino-peptidase catalyses the removal by hydrolysis of the N-terminal amino-acid from a peptide or protein. A most striking model system using the *cis*-complex of tri-ethylenetetramine with cobalt (III) was discovered by Buckingham and Collman in 1963; (8) this is sketched below



Whatever the nature of the dipeptide, they found that the N-terminal residue remained attached to the cobalt in a triethylenetetramine complex, and the C terminal residue became free.

Using the closely related bisethylenediamine cobalt (III) system, the existence of stereoselectivity in this reaction may be demonstrated. The relevant reaction scheme is set out.

$$\begin{array}{ccc}
 & \xrightarrow{\text{v.fast.}} & \\
D\,[Coen_2\,(H_2O)\,(OH)] & \underset{(t_{\frac{1}{2}} \sim 2\,\text{mins.})}{\rightleftharpoons} & L\,[Coen_2\,H_2\,O\,(OH)] \\
k_D \downarrow & & \downarrow k_L \\
D\,[Coen_2\,\alpha_1\,L\alpha_2)] & & L\,[Coen_2\,(\alpha_1\,L\alpha_2)\,[\\
\downarrow & & \downarrow \\
D\,[Coen_2\,(\alpha_1)] & & L\,[Coen_2\,(\alpha_1'')\,] + L\alpha_2 \\
+\,L\alpha_2 & & (P)
\end{array}$$

Allen, (9) working in my laboratory, showed that, whatever the nature of α_1 (i. e. whether it was glycine, or D or L amino-acid), there was always an excess of the L cobalt product P. This shows that the asymmetric peptide selects one enantiomer of the cobalt, and that *this selectivity depends on the asymmetry of the non chelated* C-terminal amino-acid:

In simple model systems, then, it is beginning to be possible to imitate the important features of metal enzyme action, notably the chemical and the optical specificity. This is likely to be an active field of research for many years to come.

(Continua)

NOTICIÁRIO

Semana da Corrosão

O Instituto Nacional de Investigação Industrial vai realizar, de 24 a 29 de Novembro de 1969, uma «Semana da Corrosão», em que serão estudados e debatidos os problemas mais importantes da Corrosão e da Protecção de Materiais.

1. TEMAS A DEBATER

De entre os temas a debater destacam-se os seguintes:

- Importância Económica da Corrosão
- Aspectos Científicos da Corrosão
- Formação em Corrosão
- Organização da Luta contra a Corrosão
- Aplicações Práticas da Pesquisa Fundamental
- Aspectos Industriais da Corrosão
- Os Materiais e a Corrosão
- Meios Corrosivos
- Ensaios de Corrosão
- Inibidores de Corrosão
- Protecção Catódica
- Protecção Anódica
- Preparação de Superfícies
- Revestimentos Metálicos
- Revestimentos Orgânicos
- Protecção Conjugada
- Escolha de uma Protecção

Estes temas serão agrupados convenientemente sendo dedicado um dia ao tratamento de cada grupo.

2. ORGANIZAÇÃO

Os trabalhos terão início, em cada dia, com uma conferência de abertura a cargo de uma individualidade estrangeira de reconhecida competência na matéria. Conta-se desde já com a colaboração dos seguintes técnicos estrangeiros:

Prof. Marcel Pourbaix, Director do «Centre Belge d'Etude de la Corrosion» (Cebelcor)

Prof. Pierre Orlowski, Director do «Centre Français de la Corrosion» — Cefracor

Prof. Giordano Trabanelli, Investigador no «Centro di Studi Sulla Corrosione» da Universidade de Ferrara

Eng.º B. Heuzé, Director da «Societe d'Etudes Contre la Corrosion» — Secco

Eng.º J. B. Cotton, Investigador no «Imperial Metal Industries Limited» — IMI.

Serão, seguidamente, lidas as comunicações respeitantes aos temas em estudo, encerrando-se os trabalhos com o debate das mesmas.

3. PARTICIPAÇÃO

O INII tem a honra de convidar todos os técnicos interessados nestes temas a participar na *Semana da Corrosão*, quer apresentando comunicações sobre problemas e casos de interesse, quer tomando parte nos debates que se seguirão.

As pessoas que desejem colaborar com a apresentação de trabalhos, deverão enviar, até ao dia 15 de Julho, ao Núcleo de Electroquímica e Corrosão deste Instituto, sito na Rua de Buenos Aires, n.º 10, Lisboa, um resumo desses trabalhos, destacando o seu objectivo, pontos principais e respectivas conclusões.

Cada comunicação deverá ter uma primeira página onde se indique o título do trabalho, o nome completo do autor ou autora e o respectivo endereço. As comunicações completas deverão ser entregues até ao dia 30 de Setembro no Núcleo de Electroquímica e Corrosão do INII.

As pessoas que desejarem inscrever-se sem apresentação de comunicação, poderão fazê-lo mediante o pagamento de 1500$00, devendo preencher a ficha de inscrição em anexo e enviá-la, juntamente com esta importância, até ao dia 15 de Outubro, ao I. N. I. I., Rua Garcia de Orta, 68, Lisboa, 2.

Sessões de apresentação de equipamento

BANCO DE ENSAIOS DE BOMBAS CENTRÍFUGAS

A crescente utilização de bombas centrífugas criou a necessidade da montagem de um banco de ensaios de bombas que permita aos fabricantes garantir e melhorar a qualidade do seu produto e aos utilizadores escolher a marca que ofereça melhores condições técnico-económicas para a resolução de cada problema específico.

O Laboratório Nacional de Engenharia Civil, embora já há muito tempo reconhecesse as vantagens que para o País adviriam da existência de um banco de ensaios de bombas centrífugas, só recentemente pôde passar a dispor desta instalação.

Para dar a conhecer esta iniciativa a todos os interessados, proceder-se-á naquele organismo a demonstrações práticas sobre as possibilidades do referido banco de ensaios, a partir das 15,30 h do próximo dia 7 de Julho, antecedidas duma breve palestra a cargo do chefe do Serviço de Hidráulica, eng.º Fernando Abecasis.

C. D. U. 621.311.5/91

ELEMENTOS SOBRE A PRODUÇÃO E O CONSUMO DE ENERGIA NA REDE ELÉCTRICA NACIONAL (*)

MARÇO

I — Breve nota mensal

As afluências ao conjunto do sistema produtor atingiram 1681 GWh, valor este muito acima da média, correspondendo-lhe um coeficiente de produtibilidade hidroeléctrica de 1,79, e que tem uma probabilidade de ser excedido de apenas cerca de 3 %.

As afluências registadas desde o início do ano hidrológico (Novembro-Março) têm agora uma probabilidade de serem excedidas de apenas cerca de 13 %.

O armazenamento no conjunto das albufeiras teve, durante o mês de Março, um acréscimo de cerca de 246 GWh, acréscimo concentrado em grande parte na albufeira do Alto Rabagão.

II — Elementos gerais (GWh)

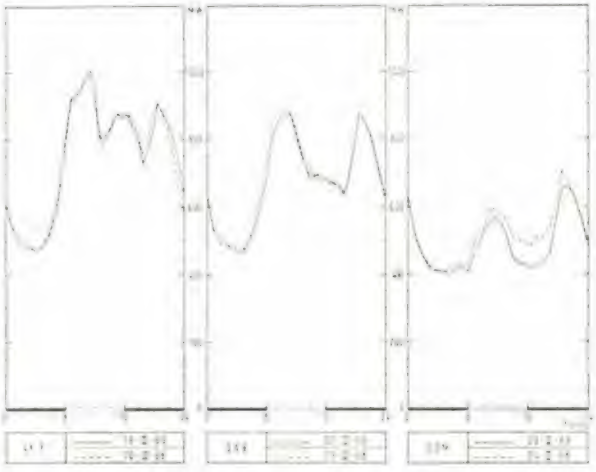
	a) Mensais		Variação %
	1968	1969	
Produção hidráulica (P_h)	528,3	554,3	+ 5
Produção térmica (P_t)	10,3	8,5	— 17
Produção total (P_T)	538,6	562,8	+ 4
Energia recebida de empresas não pertencentes ao RNC (E_r)	3,7	5,6	+ 51
Exportações (Ex)	0,0	2,3	—
Importações (I)	0,0	2,3	—
Saldo importador (S_I)	0,0	0,0	—
Cons. em bomb. hidroelé. (C_b) (1)	8,4	17,1	+104
Produção para consumos perman. (P_{cp})	453,3	498,3	(1) + 9,9
Produção para consumos não perman. (P_{cnp})	80,6	53,0	+ 34
Total	542,3	568,4	+ 5
Coeficiente de hidraulicidade	0,71	1,79	—

NOTA:

(1) O aumento percentual da produção para consumos permanentes, tendo em conta a incidência dos domingos e dias especiais é respectivamente de 11,3 e 8,6 %.

III — Diagramas de carga dos dias característicos

			4.ª feira: 1968	4.ª feira: 1969
Produção hidráulica		(P_h) MWh	18 198	17 735
Produção térmica		(P_t) MWh	0	500
Produção total		(P_T) MWh	18 198	18 235
Trocas com Espanha	Export.	(Ex) MWh	0	40
	Import.	(I) MWh	0	120
Cons. em bomb. hidroel.		(C_b) MWh	0	0
Prod. p.ª cons. perm.		(P_{cp}) MWh	15 407	16 620
Prod. p.ª cons. não perm.		(P_{cnp}) MWh	2 791	1 695
TOTAL		$P_T + (-Ex)$ MWh	18 198	18 315
Características dos diagramas: $P_T + (I-Ex)$	Potência max.	MW	987	1 009
	Potência min.	MW	475	475
	Utiliz. da ponta	horas	18,4	18,2
	Factor de carga		0,77	0,78
Características dos diagramas: P_{cp}	Potência máx.	MW	871	935
	Potência mín.	MW	350	406
	Utiliz. da ponta	horas	17,7	17,8
	Factor de carga		0,74	0,74



IV — Energia armazenada nas principais albufeiras

Albufeiras:	No fim do mês	
	GWh	% (1)
Alto Rabagão	727,5	74,8
Paradela	222,5	100,0
Venda Nova	117,2	91,6
Salamonde	25,1	90,9
Caniçada	24,7	74,6
Vilar	100,6	1,000
Cabril	298,9	88,1
Castelo do Bode	144,4	88,6
Guilhofrei	8,0	96,4
Lagoa Comprida	30,1 (2)	82,6
Santa Luzia	58,0	94,2
Pracana	12,8	99,2
Póvoa	12,8 (3)	97,1
Total — com A. Rabagão	1782,6	84,0
Total — sem A. Rabagão	1055,1	91,8

NOTAS

(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras.

(2) Inclui 1,2 GWh armazenados em Vale do Rossim no início do mês e 2,6 GWh no fim do mês.

(3) Inclui 2,7 GWh armazenados no açude do Poio no início do mês e 2,7 GWh no fim do mês.

(*) *Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.). As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 94 % dos totais do País.*

Resumo dos artigos publicados na Técnica n.º 387

Ano XLIV — Abril 1969

Vasco Costa — C. D. U. 624 : 378.1

O engenheiro perante a evolução rápida da técnica

Técnica No. 387 — XLIV — 3. 1969, pág. 339-344.

Ao engenheiro exige-se hoje não só que possua mais vastos e profundos conhecimentos mais também que deles saiba tirar partido para projectar e construir edifícios de estrutura mas ligeira, pontes mais leves, e barragens mais esbeltas
O planeamento, o cálculo automático e os modelos, se por um lado vieram simplificar a tarefa do engenheiro, por outro vieram dificultá-la, pois que ele deve utilizá-los para mais perfeita, e portanto complexa, resolução dos problemas que lhe são postos.
Para bem desempenhar a sua função o engenheiro precisa de manter actualizados os seus conhecimentos. Isso só lhe será possivel se adquirir na Escola uma sólida preparação básica de carácter geral, menos susceptivel de desactualizar-se, e se mantiver actualizados os seus conhecimentos técnicos mediante estudo permanente.

Brazão Farinha — C. D. U. 338.984

Planificação de obras

Técnica No. 387 — XLIV — 3. 1969, pág. 365-382.

Apresenta-se o problema da planificação, para iniciação dos estudantes dos cursos de engenharia civil, de arquitectura, e de agente técnico de engenharia civil e de minas.
Refere-se a necessidade do planeamento, e considera-se a planificação dos tempos, das cargas, dos custos, bem como dos gastos financeiros e dos materiais, atraves do diagrama de Gant e do diagrama de Pert.
Aborda-se o problema do controle na obra.
A exposição é acompanhada de exemplos.

Claude Humbert — C. D. U. 621.313.37

Determination Grafique des caracteristiques de fonctionnement du moteur a Repulsion *

Técnica No. 387 — XLIV — 3. 1969, pág. 345-352.

Os autores mostram como construir e graduar o diagrama de impedância do motor de repulsão para ler directamente as principais grandezas caracteristicas correspondentes a um regime de funcionamento dado.

R. D. Gillard — C. D. U. 577.15/16 : 543.9

«Some topics in biological inorganic chemistry»

Técnica No. 387 — XLIV — 3. 1969, pág. 383-392.

No presente artigo o autor trata de um assunto que se encontra em rápido desenvolvimento — «Bioquimica Inorgânica». Sumarizam-se certos aspectos neste campo e indicam-se as áreas onde se podem esperar modificações.

Veiga da Cunha — C. D. U. 551.482.212.3 : 532.543

Evolução e posição actual dos conceitos sobre transporte sólido em escoamentos com superficie livre

Técnica No. 387 — XLIV — 3. 1969, pág. 353-363.

No estado actual do conhecimento, considerou-se possivel e oportuno realizar uma sintese e interpretação comparativa dos estudos conhecidos mais significativos que têm sido elaborados sobre problemas de transporte sólido em escoamentos unidireccionais com superficie livre.
Analisam-se e comparam-se as várias expressões que permitem determinar o caudal sólido por arrastamento, em suspensão e total, caracteriza-se o inicio do transporte sólido, definem-se as várias configurações de fundo que podem ter lugar nos escoamentos com fundo móvel, fornecem-se critérios para a sua caracterização e refere-se a influência que essas configurações têm na rugosidade dos leitos aluvionares. Finalmente apontam-se rumos prospectivos para o estudo dos problemas de transporte sólido.

Synopsis of articles published in «Técnica» nº 387

XLIV — April 1969

BRAZÃO FARINHA — U. D. C. 338.984

Planning of works

Técnica No. 387 — XLIV — 4. 1969, pp. 365-382.

An introduction for students to the planning problems is presented in this article.
The need of planning is refered, and the planning of time, charges, prices as well as financial and material spendings is done, using the Gant and Pert diagrams. The problem of control in works is mentioned. The exposition is illustrated with examples.

VASCO COSTA — U. D. C. 624 : 378.1

Engineers and quick technological evolution

Técnica No. 387 — XLIV — 4. 1969, pp. 339-344.

Engineers are expected not only to have available better and more comprehensive technical information but also to be able to use it to improve on the design of structures ranging from buildings to dams.
Planning, computers and scale models, which in many aspects have simplified the engineer's jot, have, on the other hand, rendered it more difficult, as he in turn must use them to seek more accurate and complete solutions for his problems.
To adequately meet his job's requirements the engineer must keep au fait with scientifical and technical advances. This will require that he is given at school a thorough basic scientific training, less prone to outdating, and, in addition, that his professional knowledge be kept up to-date by continuous study.

R. D. GILLARD — U. D. C. 577.15/16 : 543.9

Some topics in biological inorganic chemistry

Técnica No. 387 — XLIV — 4. 1969, pp. 383-392.

In the present article a subject that is endergoing rapid devolopment — «Biological Inorganic chemistry» — — is dealt with. The author summarizes certains aspects of the field, and indicates areas where changes can be expected.

CLAUDE HUMBERT — U. D. C. 621.313.37

Graphical determination of the working caracteristics of the repulsion motor

Técnica No. 387 — XLIV — 4. 1969, pp. 345-352.

The authors show how to build and graduate the impedance diagram of the repulsion motor to read directly the principal caracteristic parameters corresponding to a given rating.

VEIGA DA CUNHA — U. D. C. 551.482.212.3 : 532.543

Evolution and nowadays conceptions on sediment transportation in open-channel flow

Técnica no. 387 — XLIV — 4. 1969, pp. 353-363.

In the present status of knowledge it seems pertinent to prepare a synthesis and a comparative interpretation of the most significant studies available on sediment transportation in open-channel flow.
Some expressions for the computation of bed, suspended and total sediment load discharge are analysed and compared, including the study of incipient motion. Different bed features developed in movable bed flow are defined, criteria for their occurrence are discussed and the influence of these features on the alluvial bed roughness is referred. The paper ends by suggesting some future development lines for the study of sediment transportation problems.

BIBLIOGRAFIA

Classificadores responsáveis: Boto Pimentel, Emilio Cruces, Ramos Correia, Todo Bom e Vladimiro de Oliveira.

Serão criticadas as obras cujo assunto esteja no âmbito da «Técnica» e de que nos sejam enviados dois exemplares.

As revistas recebidas na Redacção, de que se publica uma selecção de fichas de artigos ordenadas pela Classificação Decimal Universal, podem ser consultadas na Biblioteca da A.E.I.S.T.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. U. 51:371:378.962

A missão da matemática no ensino da engenharia — *José Maria Quadros e Costa.*

Electricidade, 1-2 1969, vol. XIV págs. 33-41.

Artigo dividido em 2 partes: Na 1.ª parte apresenta um panorama geral do desenvolvimento da Matemática e tenta explicar o «receio» da Matemática; na 2.ª analisa a forma como o engenheiro exerce a sua profissão e os meios próprios de que dispõe para esse efeito, para em seguida estabelecer a preparação que a Universidade deve dar aos engenheiros que forma.

C. D. U. 542.66.094.3

Oxydations en phase liquide par l'oxygène moléculaire — *I. Seref de Roch.*

Industrie chimique belge, 11-1968, vol. 33 n.º 11, pág. 995/06.

Este artigo faz uma breve análise dos vários tipos de oxidação em fase líquida pelo oxigénio molecular. Trata pois especìficamente dos casos de Hidroperoxidações, poliperoxidações, époxidações e oxidações catalíticas.

C. D. U. 543.313.5

Le métihyl-4-pentène-1. Le monomère, ses polymères et copolymères — *Paul Arnaud.*

Industrie chimique belge, 12-1968, vol. 33 n.º 12, pág. 1101/08.

O metil-4-penteno-1 tomou uma importância particular em 1965 com a apresentação do poli (metil-4-penteno-1). O fabrico do metil-4-penteno-1 por climerização do propileno, deu lugar a uma abundante literatura. A composição dos produtos da climerização é variável conforme o catalizador. Com o potássio e catalizadores à base de potássio, obtém-se quantidades apreciáveis de metil-4-proteno-1.

C. D. U. 543.422.2

Application de la spectrophotométrie d'absorption atomique à l'analyse des alliages d'aluminium et au dosage du manganèse dans les aciers — *D. Verneve et J. M. Levert.*

Industrie chimique belge, 12-1968, vol. 12, n.º 33, pág. 1127/34.

Os autores estudam a dosagem do ferro, manganês, cobre, zinco e magnésio nas ligas de alumínio assim como a dosagem de manganês nos aços. Discutem a escolha de valores a dar aos diversos parâmetros instrumentais em função da sensibilidade a atender e da influência dos mesmos elementos. Entre estes parâmetros a natureza da chama tem um papel importante. Em particular a chama $C_2N_2 - N_2O$ é utilizada para eliminar a influência depressiva do alumínio na dosagem do magnésio; a chama N_2 — ar é indicada para a dosagem do zinco devido à ausência de absorção do raio de absorção do zinco. São descritos os modos operatórios da dosagem, e os exemplos ilustram exactamente os resultados obtidos. A dosagem do magnésio nos aços tem um vasto domínio de aplicações.

C. D. U. 546.181.1

Les phosphinines Synthèse et structure électronique — *A. Van Dormael.*

Industrie chimique belge, 11/1968, vol. 33 n.º 11, pág. 977/86.

As bases metilénicas dos azóis e dos metileno-fosfosanos apresentam grandes analogias reaccionais. O autor ilustra essas analogias por uma série de condensações com reagentes electrófilos conduzindo aos compostos polimelínicos em que a cadeia termina por dois átomos de azoto ou por dois átomos de fósforo (fosfininas).

As estruturas electrónicas destas duas classes são comparadas entre si, e o autor recorda como o difinilfosfobenzeno pode ser considerado uma fosfinina interna. A analogia reaccional entre os 2 tipos de bases metilénicas é ilustrada pela síntese de compostos ciano polimenínicos.

C. D. U. 552.523:593.26

Estudo de argilas por difracção de raios X — *A. J. R. Lapa.*

Estudos, Notas e Trabalhos do S. F. M., vol. XVIII, págs. 291, tomo 3-4.

Devido ao elevado número de minerais que entram geralmente na constituição de uma argila, o estudo destas rochas, apresenta-se muitas veses, de difícil solução. O pequeno tamanho das partículas componentes, torna quase impossível a aplicação dos métodos ópticos de identificações de minerais, sendo então necessário recorrer a outros meios: raios X, análise

CONSTRUÇÕES CIVIS

•

BETÃO ARMADO E PRE-ESFORÇADO

•

CARPINTARIA MECÂNICA

•

TRABALHOS DE PINTURA E ESTUQUES

Telefones:

P. P. C. A. 56 00 51 e 38 70 00

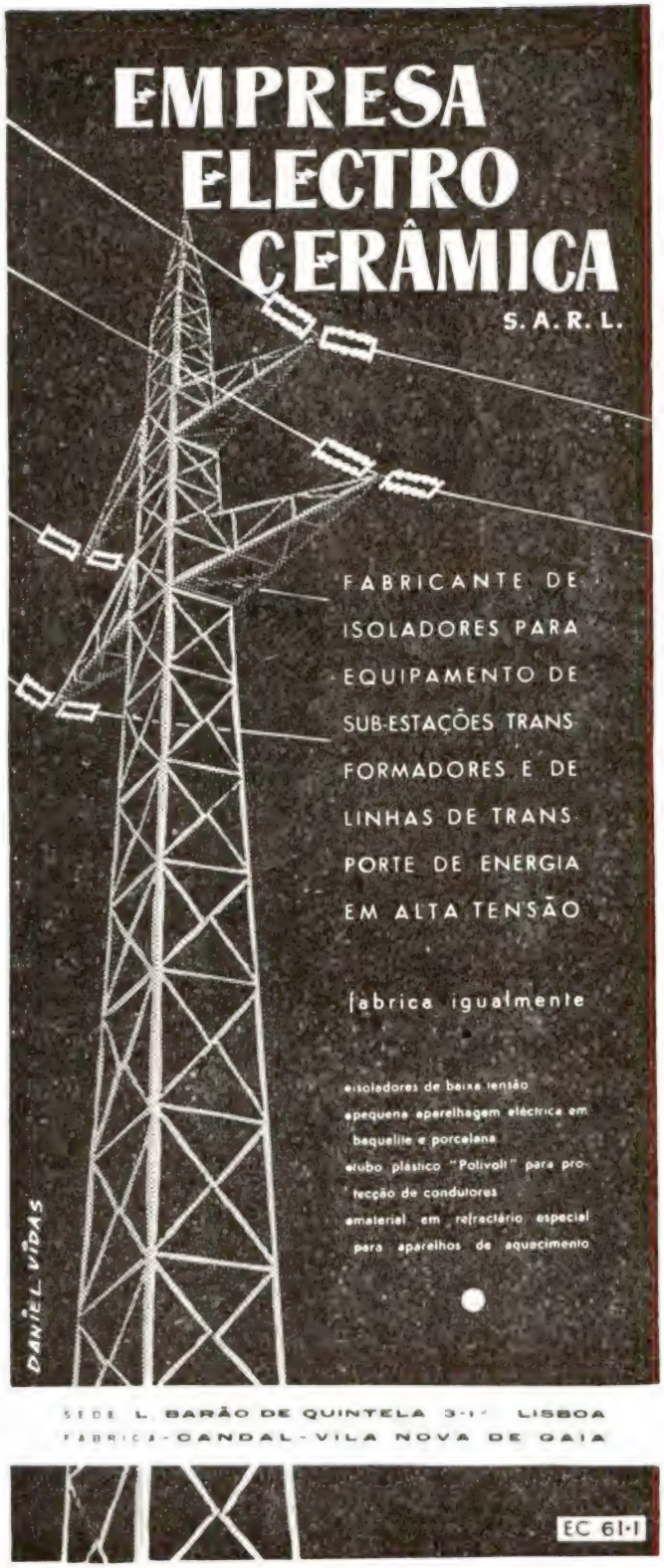
End. Telegráfico: «CONSTRUÇÃO»

DEPÓSITO DE MATERIAIS:

Estrada de Moscavide, 17-19

Telefone 38 90 72

LISBOA



Oficina e Laboratórios

do

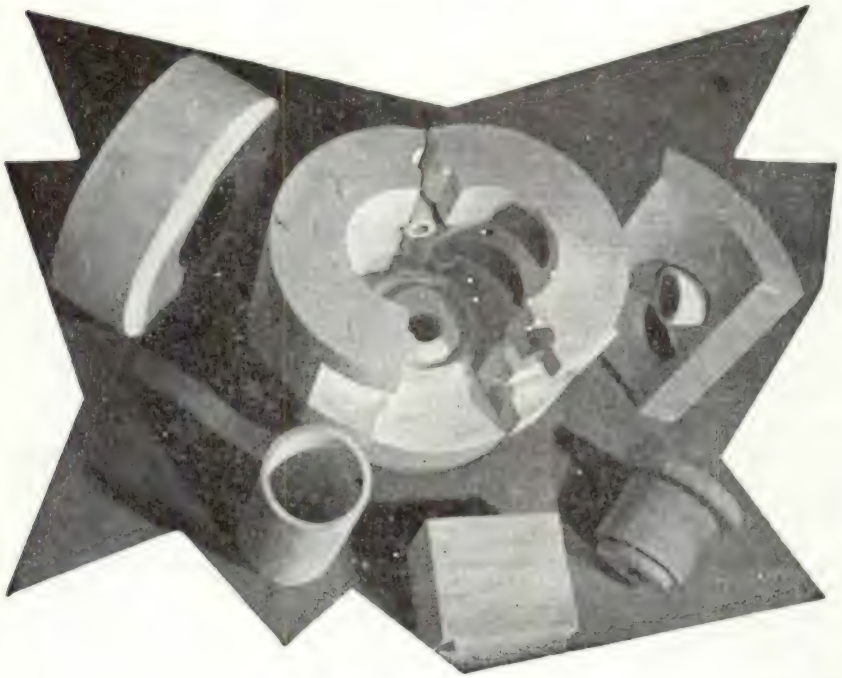
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDES, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO, de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA-ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público.

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

a técnica moderna emprega

BETÕES REFRACTÁRIOS



à base dos cimentos

FONDU LAFARGE

e

SECAR 250

porque são

práticos
eficientes
económicos

REFRACTÁRIOS ATE 1800° C

REFRACTÁRIOS ISOLANTES ATÉ 1700° C

Os nossos serviços técnicos, especializados, estão à vossa inteira disposição para estudar, sem qualquer encargo da vossa parte, a adaptação dos BETÕES REFRACTÁRIOS a todos os vossos problemas

AGUIAR & MELLO, L.DA

P. do Município, 13-1.º — LISBOA — Tel. 32 11 51/2

térmica diferencial, análise térmica ponderal, microscópio electrónico e análise química. Porém, se a natureza do material em questão, limitou o número de métodos a utilizar, a habitual existência de vários minerais na mesma amostra vem dificultar a aplicação das técnicas mais adequadas. Há portanto, necessidade de iniciar o estudo de uma areia efectuando uma separação tão perfeita quanto possível dos seus constituintes.

O primeiro problema, reside exactamente na obtenção de um eficaz processo de separação, que permita o posterior estudo da argila, através da difracção dos raios X.

O presente trabalho, pretende divulgar os processos utilizados no estudo de argilas, por difracção dos raios.

C. D. U. 553.43 (469.521.14)

O jazigo de Cobre de Aparis — *Orlando da Cruz Gaspar.*

Estudos, Notas e Trabalhos do S. F. M., vol. XVIII pág. 253, tomo 3-4.

O jazigo de Aparis é uma das numerosas ocorrências de cobre que sob a forma de filões epigenéticos cortam as formações paleozóicas do Alentejo. A região cuprífera de Barrancos, pelas características e densidade dos filões, é considerada como uma das áreas de maior interesse, dentro deste tipo de jazigo.

Este trabalho consta de um estudo detalhado da mineralização do jazigo de Aparis, pela microscopia de reflexão, difractometria e espectrografia de raios X.

C. D. U. 553.551.1 + 553.672 (469.411.15)

Contribuição para o conhecimento das rochas dolomíticas da região de Cascais — *Giuseppe Manuppela.*

Estudos, Notas e Trabalhos do S.F.M., vol. XVIII, pág. 315, tomo 3-4.

Pretendendo-se dar a conhecer a existência de rochas dolomíticas, com interesse económico, em certas zonas do País, iniciou-se o seu estudo na região de Cascais.

O autor, em face dos resultados obtidos, concluiu que os calcáreos dolomíticos daquela região não apresentavam interesse económico.

C. D. U. 553.551.1 + 553.672 (469.412)

Contribuição para o conhecimento das rochas dolomíticas da região de Setúbal — *Giuseppe Manuppella.*

Estudos, Notas e Trabalhos do S.F.M., vol. XVIII, pág. 323, tomo 3-4.

Apresentam-se os resultados de análises feitas em rochas dolomíticas, colhidas ao longo de cortes efectuados entre Setúbal e Cabo Espichel. Dá-se a sua distribuição na série estratigráfica local, mostrando ser a série bajociana a de maior interesse.

Anota-se a existência de grandes reservas.

C. D. U. 553.611.3 (169)

Sobre a existência de Atapulgite em Portugal — sua utilização como matéria-prima — *A. M. Galopim de Carvalho.*

Estudos, Notas e Trabalhos do S F.M., vol. XVIII, pág. 341, tomo 3-4.

Após breve exposição relativa à mineralogia e às diferentes aplicações da atapulgite, alude-se à existência em Portugal, desta argila fibrosa, cujas reservas parecem ser, à primeira vista, consideráveis.

C. D. U. 621.311.22 : 624 001.1

O projecto de engenharia civil e a construção da Central do Carregado — *Gonçalo Sarmento.*

Electricidade, 1-2-969, vol. 13, pág. 6-16.

Trata-se de um artigo de índole descritiva relativo à Central Térmica do Carregado em que são especialmente referidos os aspectos relacionados com a engenharia civil.

Mencionam-se as sujeições decorrentes da natureza do terreno de fundação. Referem-se a concepção e execução da central e orgãos anexos.

Descreve-se o circuito de água de refrigeração, que, pelo importante caudal que nele circula, pela sua extensão, consequência dos condicionamentos que ditaram a implantação da central e pelas dificuldades com que deparou a construção da tomada de água, assume importância especial no conjunto da obra.

C. D. U. 621.642

Un nouveau procédé de repérage et de colmataje des fuites dans les réserves d'eau — *Pierre Datin.*

Analles, 1-969, vol. 253, pág. 101.

O conferencista expôs o princípio do processo de colmatação de fendas em grandes reservas de água, baseado na utilização de produtos sólidos de diferentes dimensões e que apresentam uma densidade pouco mais ou menos equivalente à da água.

O objectivo dos estudos consistiu:

— em definir as características dos agregados, capazes de desempenhar o papel de finas partículas naturais para iniciar a colmatação.

— em procurar entre os materiais de que dispõe a indústria, aqueles que satisfazem as características requeridas.

— em proceder a ensaios sobre modelos reduzidos.

C. D. U. 621.771

Frazado de canales para angulares — *José Harrola Solano.*

Dyna, 11-969, vol. XLII, 503-508.

C. D. U. 624.059

Abaques pour la détermination du risque d'avarie des structures — *Caterina Manuzio.*

Annales, II/69, vol. 245, Págs. 247.

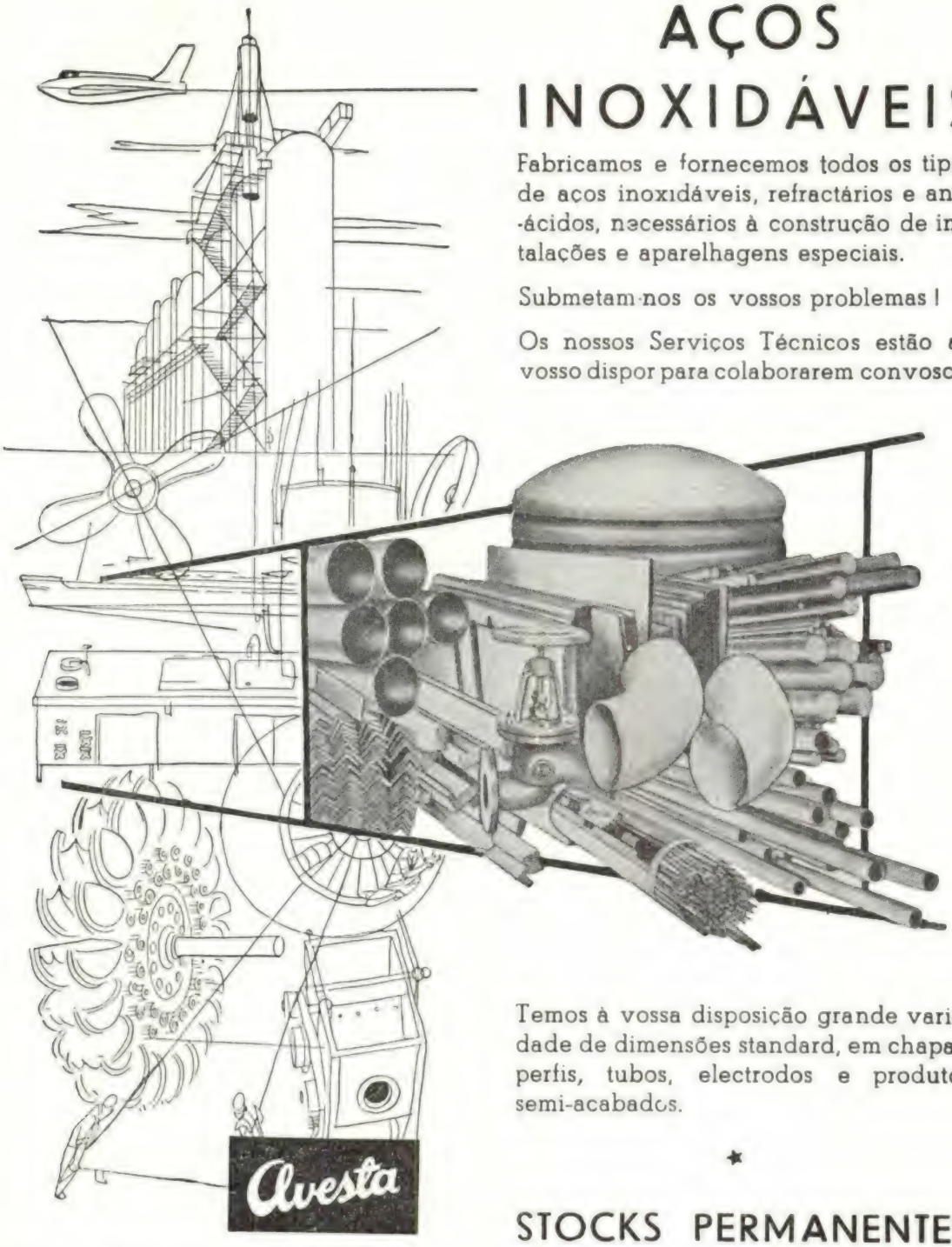
Expõe-se um processo teórico para o cálculo do risco de avaria de uma estrutura qualquer, desde que se conheçam as distribuições de probabilidade da resistência de estrutura e da carga aplicada à mesma. Estabeleceram-se ábacos que permitem uma determinação imediata do risco, em função dos parâmetros de dispersão de carga e de resistência, assim como da posição relativa das distribuições destas quantidades.

AÇOS INOXIDÁVEIS

Fabricamos e fornecemos todos os tipos de aços inoxidáveis, refractários e anti-ácidos, necessários à construção de instalações e aparelhagens especiais.

Submetam-nos os vossos problemas!

Os nossos Serviços Técnicos estão ao vosso dispor para colaborarem convosco.



Temos à vossa disposição grande variedade de dimensões standard, em chapas, perfis, tubos, electrodos e produtos semi-acabados.

★

STOCKS PERMANENTES

AVESTA JERNVERKS AKTIEBOLAG
AVESTA — SUÉCIA

Representantes Exclusivos para Portugal e Ultramar:

A. JOHNSON & Co (PORTUGAL), L.DA

SEDE EM LISBOA:
Praça José Fontana, 11-1.º
Telef. 537015-537016-537017-537018

FILIAL NO PORTO:
R. Dr. António Granjo, 160/168
Telef. 5 4666

C. D. U. 624.071 : 539.382

Paramètres fondamentaux de la fissuration des tirants en béton armé — *J. R. Robinson.*

Annales, II/69, vol. 254, pág. 227.

Cento e oitenta prismas de betão, de base quadrada, de 2 m de comprimento e reforçados por uma barra axial de elevada aderência, foram submetidos à tracção simples, com vista à sua fissuração. Os factores variáveis foram o tipo e o diâmetro do aço, o lado do quadrado da base do prisma, a resistência do betão e as dimensões dos seus componentes.

C. D. U. 624.072.2

Voiles cylindriques a directrices sur haussées efforts d'ovalisation — *L. Hahn.*

Annales, I/69, vol. 253, pág. 161.

Uma viga de forma cilíndrica submetida a um conjunto de cargas paralelas P, sofre esforços devidos aos momentos flectores M. Estes esforços são definidos pela fórmula clássica $\frac{M_{x_i}}{I_i}$. Se a viga é anelar esta fórmula deixa de ser válida, a menos que a carga P seja repartida no sentido transversal ao longo da secção, para o que devem ser satisfeitas duas condições:

— As componentes da carga total P_i devem ser tangente ao contorno médio da secção.

— A sua intensidade deve ser idêntica àquela dos aumentos de esforços de corte $dt = \frac{PS_i ds}{I_i}$, em que S_i é o momento estático da secção em relação ao eixo G_{x_i}.

C. D. U. 624.072.2

Estudos del trabajo de los cilindros en la laminación de una viga — *José Manolo Solano.*

Dyna, 9-969, vol. XLIII, págs. 439-443.

C. D. U. 625.711.3 : 007

El control de calidade en las obras de carretera. Nuevas tendencias sobre los insayos y su organisación — *Olegario Llamazares Gomez.*

Informes de la construcción, I-II-69, vol. 207, pág. 83.

O «contrôle» de qualidade nos trabalhos de estradas é um tema de actualidade, porque os grandes volumes que exigem as autoestradas, requerem uma revisão dos métodos de ensaio clássicos e dos critérios de interpretação.

O ritmo de obra exige um «contrôle» rápido e contínuo, ao mesmo tempo que a aplicação da análise estatística aos resultados pode evitar critérios subjectivos e permitir uma melhor definição das prescrições técnicas.

C. D. U. 628.54 : 621.357.7

Tratamiento de las aguas residuales de la industria de galvanotecnia — *Eduardo Devesme.*

Dyna, 11-968, vol. XLIII, págs. 537-546.

C. D. U. 663.61

A agressividade das águas de abastecimento (cont. do n.º 3-4 68) — *J. Antunes Gonçalves* e *Carlos Coutinho.*

Engenho, 1-3 969, vol. 24, pág. 25.

C. D. U. 665.51

Análise de produção petrolífera mundial e previsão futura — *Joaquim A. Ramires.*

Anales de Mecanica e Electricidad, Set.-Out.: Nov. Dez., n.º 56, págs. 303 e 413, vol. 45.

Este trabalho constitui uma ampla e interessante análise histórica da produção petrolífera mundial desde os seus começos.

Depois de estudar as possíveis reservas de petróleo existente no planeta, faz-se uma previsão de produção ajustadas à realidade futura.

C. D. U. 666.3.04

Estudio sobre la duración del revestimiento refractario en un horno vertical de cal — *Enrique de Miguel Fernández.*

Cemento Hormigon, 3-969, vol, 420, pág. 263.

O presente estudo foi realizado num forno vertical de cal, de 4 m de diâmetro e 16 m de altura.

Deduz-se a necessidade de um control adequado das temperaturas na zona mais quente e a utilização de refractários de 80% de Al_2O_3 com base gibbsítica, em vez de 40% de Al_2O_3 utilizados normalmente nesta zona.

C. D. U. 669.15.26.018.29.004.14 = 9

Sobre a utilização dos aços frios de construção 35 Cr 4 e 40 Cr 4 — *J. M.ª Bellò, M. P. de Andrés, F. Muñoz Corral.*

Revista de Metalurgia-CENIM, Julho-Agosto n.º 4, pág. 389, vol. 4.

Faz-se um estudo do comportamento ao tratamento térmico e propriedades mecânicas conseguidas nos aços de resistência contendo 1% de cromo que foram incluídos na Table de Tipificacion publicado pelo CENIM em Julho de 1966.

C. D. U. 669.162 1.0122 = 6

Propriedades dos materiais que formam a carga do alto forno — *F. J. Asensio.*

Revista de Metalurgia-CENIM, Nov.-Dezembro n.º 6 pág. 581, vol. 4.

Apresentam-se as tendências actuais na definição das propriedades ideais exigidas aos materiais férreos que formam a carga no alto forno. Informam-se os resultados obtidos nos quatro últimos anos por diversos processos experimentais e conduzidos da mais variada procedência.

Tem-se especial atenção ao aplicar os métodos de estudo da redutibilidade aos minerais de ferro e sintetizados que formam os leitos de fusão dos altos fornos espanhóis.

DESDE

SOLDADURA TRADICIONAL — SEMI-AUTOMÁTICA — AUTOMÁTICA — PROCESSOS TIG-MIG-MAG-ARGONARC-FUSARC
MÁQUINAS DE OXICORTE — VARETAS E DECAPANTES — FIOS E ELÉCTRODOS ESPECIAIS
PROCESSOS ESPECIAIS
TECNOLOGIA DE FABRICO

ATÉ

BOC

REPRESENTANTE EXCLUSIVO EM PORTUGAL:
DURÁN, GARCIA & CIA.

Praça D. João da Câmara, 19-3.º Dt. — LISBOA 2
Tel. 32 56 30 - 32 15 09 - 32 80 59
Telex: 1813 DUGARC Teleg. DUGARCO

somague

barragens

portos

construção industrial

O PONTO CHAVE DA CONSTRUÇÃO

construção civil

estradas

pontes

túneis

SOMAGUE

SOCIEDADE DE EMPREITADAS
MONIZ DA MAIA & VAZ GUEDES S.A.R.L.
Rua Carlos Testa-1 LISBOA-1 telefone: PPC/A 562481

CAL HIDRÁULICA
DO
CABO MONDEGO

A MELHOR CAL DO PAÍS
E A
MAIS BARATA DO MERCADO

Postos de carga, nas seguintes localidades :

ALHANDRA (Fábrica Cimento Tejo) — Aberto de dia e de noite
FIGUEIRA DA FOZ — Aberto de dia e de noite
PORTO (Al. Basilio Teles) — Aberto das 8 às 18 h.

LISTA CLASSIFICADA DE ANÚNCIOS

Neste número continua a «Técnica» a sua secção de publicidade — a *lista classificada de anúncios* — destinada a facilitar a procura por parte dos clientes.

Estas páginas amarelas ficam abertas aos nossos leitores, que nelas podem anunciar a sua firma e endereço, ao preço de 50$00 por número. Quanto aos nossos anunciantes, é com muito gosto que lhes concedemos grátis a inscrição na lista.

CONSTRUÇÃO CIVIL

CONSTRUTORES CIVIS

— **Construções Técnicas, Lda.**
P. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06

— **Fundações Franki**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 73 41 12.

— **Soc. Const. Amadeu Gaudencio, Ld.ª**
R. Dr. Alexandre Braga, 4-A — Lisboa
Telef. 4 31 91 — 92 — 93.

— **Soc. de Pré-Fabricação e Obras Gerais Novobra**
Av. Estados Unidos da América, 100-5.º D — Telef. 77 48 32 / 76 64 46 — Lisboa 5

— **SOMAGUE**
R. Carlos Testa, 1 — Tel. 56 24 81 — Lisboa 1

ESCAVADORAS E TRACTORES

— **Guedes & Almeida**
Rua Aurea, 181-2.º — Tel. 32 78 45 — Lisboa 2

— **S. T. E. T. — Soc. Técnica de Equipamentos e Tractores, Ld.ª**
Prior Velho — Sacavém — Tel. 2 51 00 01/4.

FUNDAÇÕES

— **Construções Técnicas, Lda.**
Pr. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06

— **Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª**
Av. da República, 42-8.º
— Telef. 77 70 86/7 e 77 12 65 — Lisboa

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
R. S. Pedro de Alcantara, 1 — Tel. 32 46 93 e 21 32 56 — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques — Beira.

— **Fundações Franki, Lda.**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 53 41 12.

— **Johann Keller**
R. dos Bem Lembrados - Cascais — Tel. 28 01 46

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco, Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 56 11 71/72/73.

— **Sondagens Ródio**
Rua de S. Bento, 644-3.º — Lisboa
Tel. 68 80 96/7/8

— **Sopecate**
R. do Arsenal, 146, 2.º — Lisboa.
Tel. 3 40 10 - 32 02 08

IMPERMEABILIZAÇÃO

— **Empresa de Produtos Asfálticos**
R. Filipe Folque, 10-1.º — Lisboa — Tel. 73 01 56.

INSTRUMENTOS DE PRECISÃO

— **Centro Técnico Hospitalar Divisão Zeiss**
Av. da República, 84 — Tels. 77 81 66/7 — Lisboa

— **Nucleon**
Av. António Augusto de Aguiar, 165, r/c.-Dt.
Tel. 53 01 05 — Lisboa

— **Wild Portugal, Ld.ª**
Praça das Águas Livres, 8, s/l 6 — Lisboa 2 — Tel. 68 91 12.

ISOLAMENTO TÉRMICO E ACÚSTICO

— **Isola**
Av. António Augusto de Aguiar, 17
Telef. 53 71 91 — Lisboa

— **SETH, Ld.ª**
R. Filipe Folque, 10-1.º — Lisboa — Tel. 73 01 56

SONDAGENS

— **Construções Técnicas, Lda.**
Pr. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06

— **Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª**
Avenida da República, 42-8.º
Telef. 77 70 86/7 e 77 12 65 — Lisboa

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
R. S. Pedro de Alcântara, 1 — Tel. 32 46 93 e 21 13 56 — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques — Beira.

— **Fundações Franki, Lda.**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 53 41 12

— **Johann Keller**
R. dos Bem Lembrados - Cascais — Tel. 28 01 46

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco, Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 56 11 71/72/73.

— **Sondagens Ródio, Ld.ª**
Rua de S. Bento, 664-3.º — Lisboa
Tel. 68 80 96/7/8.

— **Sopecate**
R. do Arsenal, 146-2.º — Lisboa.
Tel. 3 40 10 — 32 02 08

CONSTRUÇÕES METALO-MECANICAS

CONSTRUTORES METALO-MECANICOS

— **COMETNA**
R. Academia das Ciências, 5
Tel. 32 00 11 — Lisboa

— **Construções Metalo-mecânicas MAGUE Ld.ª** — Alverca

— **Mendes de Almeida, Lda.**
Av. 24 de Julho, 52-A-G — Telef. 66 67 10 — Lisboa

— **Sociedade Industrial Metalúrgica**
R. de S. Tiago, 1

EQUIPAMENTO ELECTRICO

— **ASEA**
Estrada do Prior Velho — Tel. 251 11 01
— Sacavém
R. do Campo Alegre, 144 — Porto — Tel. 62 106/9

— **Electrotécnicos Reunidos**
Avenida João XXI, 64 — Lisboa.

— **FRAPIL**
Cais de São Roque — Aveiro — Tel. 23071

— **J. F. de Azevedo e Silva & C.ª, Ld.ª**
Rua S. Francisco Sales, 2, 1.º — Tel. 65 41 65 — Lisboa.

— **Hidrel**
R. do Alecrim, 47-A-B
Tels. 32 57 00 - 3 59 66 — Lisboa

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Siemens — Companhia de Electricidade**
Avenida Almirante Reis, 65
Telef. 53 69 21/0 — Lisboa

— **Soc. de Elec. Brown Boveri**
R. Sá da Bandeira, 481-2.º — Tel. 2 34 11 — Porto

— **Sociedade Michäelis de Vasconcelos, Ld. — Oerlikon**
Av. Marquês de Tomar, 94 — Lisboa.
P. da Liberdade, 114 — Porto.

— **SPESA-Sociedade Construções Electro-Mecânicas**
Leça do Balio

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto.
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa.

DISTRIBUIÇAO DE ENERGIA

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto.
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa.

ELÉCTRODOS

— **Electro-Arco, Ld.ª**
R. Silva Carvalho. 220 — Lisboa — Tel. 68 36 45.
R. do Bolhão, 216 — Porto — Tel. 2 12 77.

INSTALAÇOES

— **ASEA**
Estrada do Prior Velho — Tel. 251 11 01
— Sacavém
R. do Campo Alegre, 144 — Porto — Tel. 62 106/9

— **Isolux, Lda.**
R. Gonçalves Crespo, 33, 3.º — Lisboa
R. de Sá da Bandeira, 551, 4.º — Porto.

— **J. F. de Azevedo e Silva & C.ª, Ld.ª**
Rua S. Francisco Sales, 2, 1.º — Tel. 65 41 65 — Lisboa.

— **J. Roma**
Praça da Figueira, 86/51/2/3 — Lx.

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35.
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Siemens — Companhia de Electricidade**
Avenida Almirante Reis, 65
Telef. 65 41 65 — Lisboa.

— **Standard Electrica**
Av. da Índia — Tel. 63 81 71 — Lx.

ISOLAMENTOS

— **Empresa Electro-Cerâmica, S.A.R.L.**
L. Barão de Quintela.

SOLDADURAS

— **BOC - Durán, Garcia & C.ª**
Rua D. João da Câmara, 19, 3.º-Dt.º
Telef. 32 56 30 — Lisboa

— **Electro Arco**
R. Silva Carvalho, 239 — Lisboa
R. do Bolhão, 216 — Porto

— **J. Roma**
Praça da Figueira, 86/51/2/3 — Lx.

TELECOMUNICAÇOES

— **Empresa Técnica de Equipamentos Eléctricos, S.A.R.L.**
R. Rodrigo da Fonseca, 110, r/c — Lisboa — Tel. 68 60 72.
R. Sá da Bandeira, 766-1.º E — Porto — Tel. 2 48 18

— **Standard Electrica**
Av. Índia — Tel. 63 81 71 — Lx.

EQUIPAMENTO INDUSTRIAL

— **BOC - Durán, Garcia & C.ª**
Rua D. João da Câmara, 19, 3.º-Dt.º
Telef. 32 56 30 — Lisboa

— **COMETNA**
Rua Academia das Ciências, 5
Tel. 32 00 11 — Lisboa

— **Construções Metalo-Mecânicas Mague, Lda.**
Alverca do Ribatejo

— **DEMAG — Soc. Comercial Romar**
Trav. da Galé, 9 — Tel. 63 56 70 — Lisboa.
Santa Iria de Azoia

— **Frapil**
Cais de São Roque — Aveiro — Tel. 23071

— **Guedes & Almeida, Lda,**
R. Aurea, 181-2.º — Tel. 32 78 45 — Lisboa

— **Hidrel**
R. do Alecrim, 47-A-B
Tels. 32 57 00 - 3 59 66 — Lisboa

— **Kendal & Pinto Basto & C.º, Lda.**
R. Nova da Alfândega, 7-12 - Tel. 2 84 21 — Porto
Av. 24 de Julho, 1 — Tel. 36 15 81 — Lisboa

— **Mendes de Almeida, Lda.**
Av. 24 de Julho, 52-A-G — Tel. 66 67 10 — Lisboa

— **PRISMA**
R. D. Luis I, 20 Lisboa Tel. 67 01 76

BETÃO

— **Companhia Portuguesa de Trefilaria**
R. do Instituto Industrial, 18-1.º, Dt.º — Lisboa
Tel. 67 12 24/5.
Lisboa 1

— **Harker Sumner**
L. do Corpo Santo, 18
Tel. 32 48 23 — Lisboa.

— **INA — Rolamentos de Agulhas**
Schaeffler, Lda — R. Sá da Bandeira, 740 — Porto.
Tel. 2115 7/8/9.

INDÚSTRIAS QUÍMICAS

— **Hoechst Portuguesa, Lda.**
Av. Sidónio Paes, 379 — Tel. 6 70 51 — Porto
Av. Duque de Avila, 169-1. — Tel. 4 51 41 — Lisboa

COLAS

— **Araldite - Produtos Ciba, Lda.**
Lisboa

FELTROS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais**
Estrada de S. João — Ovar

TEXTEIS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais, Ld.ª**
Estrada de S. João — Ovar.

LIVROS TÉCNICOS

— **TÉCNICA**
Avenida Rovisco Pais — Lisboa
Tel. 77 54 49

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

AÇOS ESPECIAIS

— **A. Johnson & C.ª (Portugal), Ld.ª**
P. José Fontana, 11-1.º — Lisboa — Tel. 53 70 15/ /6/7/8.
R. Dr. António Granjo, 160/168-Porto-Tel. 5 46 69

— **Companhia Portuguesa de Trefilaria**
R. do Instituto Industrial, 18-1.º, Dt.º — Lisboa
Tel. 67 12 24/5.

— **Heliaço**
R. S. Julião, 41-4.º — Tel. 36 78 17 — Lisboa.

— **SPESA - Sociedade Construções Electro-Mecânica**
Leça do Balio

CORRENTES

— **Auto - Lusitania**
Av. da Liberdade, 73 - 79 — Lisboa

— **Empresa Cimentos de Leiria**
R. Braamcamp, 7 — Lisboa. — Tel. 5 91 61/66.

— **Heliaço**
R. S. Julião, 41-4.º — Tel. 36 78 17 — Lisboa.

— **PRISMA**
R. D. Luis I, 20 Lisboa. Tel. 67 01 76

— **Sociedade Portuguesa CAVAN**
R. de D. Estefânia, 94-A — Lisboa — Tel. 4 78 12 e 5 01 29.

CIMENTOS

— **AGUIAR E MELO, LDA.**
Praç. do Município, 13-1.º — Tel. 32 11 51/2 Lx.

— **CIBRA — Cimentos Brancos**
Tv. do Corpo Santo, 15 — Lisboa — Tel. 32 04 64.
R. do Bonjardim, 205 — Porto — Tel. 2 57 79.

— **Empresa de Cimentos de Leiria**
R. Braamcamp, 7 — Lisboa — Tel. 5 91 61/66.

— **Secil**
R. do Comércio, 156 - Lisboa 2 — Tel. 32 82 01/2/3

MATERIAIS PRÉ ESFORÇADOS

— **Soc. de Pré-fabricação e Obras Gerais Novobra, Ld.ª**
Av. E. U. da América, 100-5.º-E.
Tel. 77 48 32/ 76 64 46 — Lisboa.

ARTIGOS DE ESCRITÓRIO E ESCOLAR

MATERIAL DE DESENHO E TOPOGRÁFICO

— **Centro Técnico Hospitalar Divisão Zeiss**
Av. da República, 84 — Tel. 77 81 66/7 — Lisboa

— **J. J. Silva & Irmão, Lda.**
Rua Silva Carvalho, 232-B — Lisboa
Tel. 65 27 50 / 68 06 71

— **Nucleon**
Av. António Augusto de Aguiar, 165, r/c.-Dt.
Tel. 53 01 05 — Lisboa

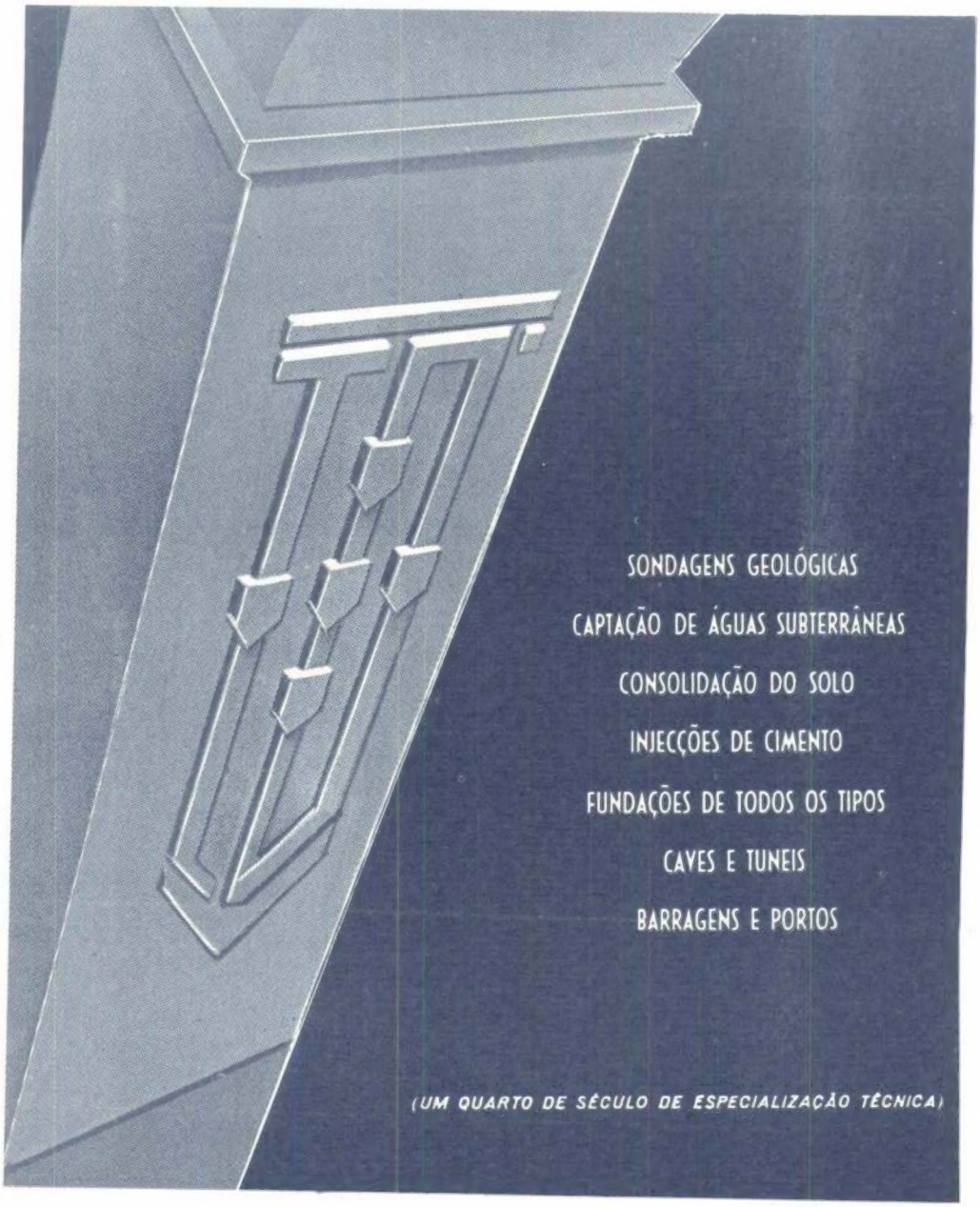
— **Wild Portugal**
Praça das Águas Livres, 8-s/l.
Tel. 98 91 12 — Lisboa.

Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

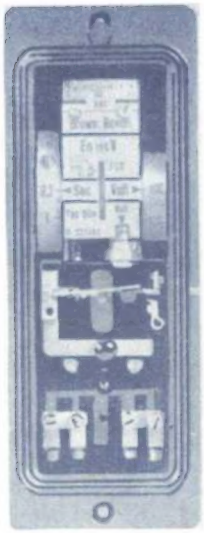
AV. DA REPÚBLICA, 42, 8.º
TELEFS. 77 70 86/7 e 77 12 65

LISBOA

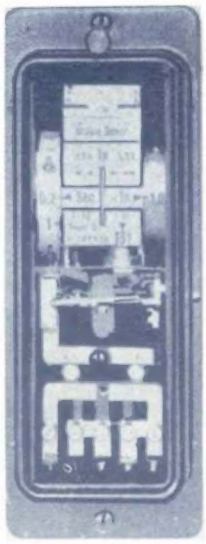


Protegei as vossas máquinas, aparelhos, e instalações, dos perigos externos e internos utilizando relés

BROWN BOVERI

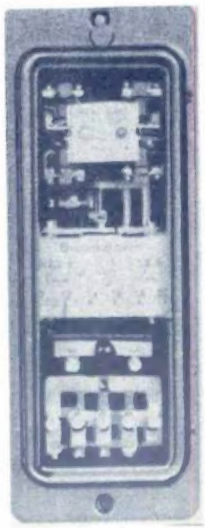


Sobretensão



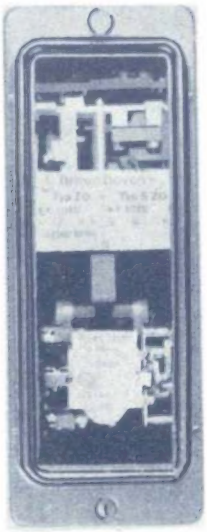
Sobrecarga curto-circuito

Sobrecarga termico



Sobrecarga instantâneo

Frequência



Cargas assimétricas

Diferencial

Terra

Os nossos Serviços Técnicos podem auxiliar a resolver os vossos problemas sobre protecções.